PASTOS
Y FORRAJES

Pastos, desarrollo y conservación

Sociedad Española para el Estudio de los Pastos

Ana Belén Robles Cruz
Mª Eugenia Ramos Font
Mª Concepción Morales Torres
Estanislao de Simón Navarrete
José Luis González Rebollar
Julio Boza López
(editores)

Consejería de Agricultura y Pesca

Pastos, Desarrollo y Conservación

Ana Belén Robles Cruz.
Mª Eugenia Ramos Font.
Mª Concepción Morales Torres.
Estanislao de Simón Navarrete.
José Luis González Rebollar.
Julio Boza López.

(editores)

JUNTA DE ANDALUCIA

Consejería de Agricultura y Pesca

Yo no temo regresar a mi linaje
A la alegre tierra en la que brotan las flores de primavera,
o a mis hermanos, los grandes árboles,
que hablan entre susurros con la brisa,
o lo hacen a grandes voces, con los vientos que pasan;
o a mi hermana, la profunda hierba

R. L. Stevenson
New Poems. 1918

Título: Pastos, Desarrollo y Conservación.

©: Edita:
JUNTA DE ANDALUCÍA
Consejería de Agricultura y Pesca.

Publica:
Viceconsejería. Servicio de Publicaciones y Divulgación.

Colección:
Congresos y Jornadas.

Serie:
Pastos y Forrajes.

Editories Científicos:
Ana Belén Robles Cruz.
Mª Eugenia Ramos Font.
Mª Concepción Morales Torres.
Estanislao de Simón Navarrete.
José Luis González Rebollar.
Julio Boza López.

Comité Científico:
Adela Martínez Fernández.
SERIDA. Asturias.
Alfonso Broca Vela.
Universidad de Zaragoza.
Alfredo Calleja Suárez.
Universidad de León.
Antonia García Ciudad.
CSIC. Salamanca.
Begoña de la Roza Delgado.
SERIDA. Asturias.
Cristina Chocarro Gómez.
Universitat de Lleida.
Eduardo Chinea Correa.
Universidad de La Laguna. Tenerife.
Eusebio Cano Carmona.
Universidad de Jaén.
Federico Fillat Estaque.
CSIC. Jaca. Huesca.
Fernando García Barroso.
Universidad de Almería.
Francisco Bruno Navarro Reyes.
CIFA. Granada.
Ignacio Delgado Enguita.
SIA. Diputación General de Aragón. Zaragoza.
Isabel Cañellas Rey de Viñas.
I.N.I.A. Madrid.
Jaime Lloveras Vilamanya.
Universitat de Lleida. Centro UdL-IRTA.
Jaime Zea Salgueiro.
CIMA. Coruña.
Jesús Ciria Ciria.
Universidad de Valladolid.
Jorge Castro Gutiérrez.
Universidad de Granada.
Josefina Plaixat Boixadeira.
Universitat de Barcelona.
Juan Francisco Mota Poveda.
Universidad de Almería.
Juan Piñeiro Andión.
CIMA. Coruña.
Koldo Osoro Otaduy.
SERIDA. Asturias.
Leopoldo Olea Márquez de Prado.
Universidad de Extremadura.
Liliana Allegretti Mochi.
IADIZA-CONICET. Mendoza. Argentina.
Luis Oregui Lizarralde.
NEIKER Arkaute. Álava.
Miguel Cueto Romero.
Universidad de Almería.
Pilar Fernández Rebollo.
Universidad de Córdoba.
Pilar Méndez Pérez.
ICIA. La Laguna.
Rocío Fernández Alés.
Universidad de Sevilla.
Rosario Fanlo Domínguez.
Universitat de Lleida.
Segundo Ríos Ruiz.
Universidad de Alicante.
Sonia Roig Gómez.
I.N.I.A. Madrid
Teodora Marínez Martínez.
I.M.I.A. Alcalá de Henares.

I.S.B.N.:
84-8474-100-1

Dep. Legal:
SE - 1728 - 2003

Impresión:
A.G. Novograf, S.A. (Sevilla)

ÍNDICE

PRESENTACIÓN.
Editores 13

AGRADECIMIENTOS. 15

PRÓLOGO.
Dr. Julio Boza López 17

PRIMERA PARTE: PRODUCCIÓN VEGETAL.

Conferencia.
José Miguel Barea. Estación Experimental del Zaidín. CSIC.
Prospección y manejo de las micorrizas para la regeneración de matorrales degradados en ambientes mediterráneos 23

Comunicaciones.
E. Correal, I. Moñino, P. Méndez y S. Ríos.
Valoración agronómica de siete poblaciones de *Bituminaria bituminosa*: efecto de la sequía estival y siega sobre su persistencia y producción de hoja. 35

A. Juan, I. Moñino, E. Correal, M.B. Crespo y B. Coca.
Producción de frutos en poblaciones canarias e ibéricas de *Bituminaria bituminosa (Leguminosae)*..... 41

L. Costal, E. González-Arráez, J.A. Oliveira y J.E. López-Díaz.
Caracterización agronómica de especies cespitosas en Galicia..... 47

M. J. Sainz, M. J. Bande, A. Vilariño, P. Mansilla, B. González-Penalta y M. E. López-Mosquera.
Producción y composición del forraje en praderas inoculadas con hongos micorrícicos bajo fertilización orgánica o inorgánica. 55

I. Zabalgogeazcoa, A. García-Ciudad, B. R. Vázquez de Aldana y B. García-Criado.
Producción de biomasa y composición química de *Festuca rubra* en relación a su asociación con el hongo endofítico *Epichloe festucae*. 61

B. R. Vázquez de Aldana, A. García -Ciudad, I. Zabalgogeazcoa y B. García- Criado.
Festuca rubra en pastos de dehesa: incidencia de la infección endofítica en la producción de componentes anticalidad. 69

J. A. Oliveira, E. González, L. Costal y F. Castro.
Persistencia, producción de materia seca y calidad nutritiva del raigrás inglés infectado con una cepa de hongo endofito en el cuarto año de ensayo en Galicia. 75

E. Chinea, E. Barquín y M. León-Barrios.
Aplicación de rizobios al suelo en el cultivo de leguminosas arbustivas endémicas de Canarias. ... 81

N. Goicoechea, S. Merino y M. Sánchez-Díaz.
Importancia de la micorrización en la adaptación de la albaida (*Anthyllis cytisoides* L.) a la sequía. .. 87

J. M. Mangado y P. Eguinoa.
Asociaciones forrajeras cereal-leguminosa en cultivo ecológico en la Navarra húmeda. 93

A. Martínez y N. Pedrol.
Rotación de cultivo con maíz forrajero. Efecto del sistema de laboreo, del tipo de abonado y del tipo de cultivo invernal. 99

A. Castellón, A. Aizpurua, A. Ortuzar y J. Garro.
Rotación bajo manejo ecológico y convencional para la obtención de un forraje con alto contenido en proteína. 105

J. Vélez, L. Olea, E. M. Ferrera, J. Dores, R. Nobrè, L. Coleto, R. López Bellido,y J. Viguera.
Mejora de pastos en zonas semiáridas mediterráneas del Alentejo (Portugal)..... 111

M. Murillo, F. González, V. Moreno, J. Paredes y P. M. Prieto.
Evolución de pastos mejorados mediante distintas técnicas en una dehesa extremeña: análisis comparativo. 117

J. M. Mangado.
Manejo de *Lolium rigidum* Gaud. en cultivo ecológico en los secanos semiáridos de la ribera del Ebro de Navarra. 123

N. Pedrol y A. Martínez.
Asociaciones cereal-leguminosa en rotaciones forrajeras ecológicas de zonas húmedas. 131

N. Pedrol y A. Martínez.
Mezcla de pratenses y primeros resultados en rotaciones forrajeras ecológicas de zonas húmedas. 137

A. González-Rodríguez y J. Piñeiro.
Contribución del trébol a la producción de la pradera en respuesta a la aplicación de nitrógeno. .. 143

A. Ibarra, I. Albizu, M. Astoreka, M. Pinto y A. Aizpurua.
Valoración de la fertilización orgánica y mineral en distintas rotaciones forrajeras. 149

S. Andrés, C. Valdés, R. García y A. Calleja.
Efecto de la fertilización mineral sobre el contenido de nitrógeno de la hierba. 155

M. E. López-Mosquera, M. J. Bande, F. Cabaleiro, A. López-Fabal y M. J. Sainz.
Fertilización con estiércol de pollo deshidratado y granulado en praderas de Galicia. 161

L. Olea, L. Coleto, R. J. López-Bellido, J. Viguera, E. Ferrera y M. J. Poblaciones.
Efecto de la aplicación de yeso y fósforo en los pastos mejorados sobre suelos de rañas y rañizos de la Siberia Extremeña (Badajoz)..... 167

R. García y A. Calleja.
Capacidad de rebrote otoñal de especies de prados de la montaña de León. Efecto del modo de aprovechamiento y de la fertilización mineral. 173

J. Lloveras, J. Ferran, R. Fanlo, C. Chocarro, y A. Ballesta.
Efecto del abonado potásico en la producción de alfalfa en el valle del Ebro: resultados preliminares..... 181

J. Alvaro, F. Santiveri, J. Lloveras y C. Cantero.
Producción de veza forrajera en siembra directa dentro de una rotación con cereales de invierno en secano semiárido..... 187

R. Suárez, N. Díaz, J. Piñeiro y C. Santoalla.
Variedades de avena, centeno y triticale en rotaciones forrajeras convencionales y ecológicas.. 193

I. Delgado, D. Andueza y F. Muñoz.
Incidencia del pastoreo otoñal sobre la producción y calidad de un cultivo de alfalfa..... 201

J. Salvia, J. Serra y M. Araga.
Influencia de la altura de corte en la producción y en la calidad forrajera de variedades de maíz (*Zea mays* L.) de ciclo FAO 700 en regadío, en el nordeste de España..... 207

J. Serra, J. Salvia, M. Araga y X. Carré.
Evaluación de la producción y del valor nutritivo de variedades comerciales de raigrás italiano alternativo (*Lolium multiflorum* Lam. subsp. *alternativum*) en el nordeste de España..... 213

J. Ciria, J. R. Allué, M. P. Ciria, B. Asenjo y J. A. Miguel.
Comportamiento productivo y bromatólogico del sorgo en la provincia de Soria: efecto de la fertilización y el riego..... 219

SEGUNDA PARTE: PRODUCCIÓN ANIMAL.

Conferencia.

Juan Capote. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. La Laguna. Tenerife.
Sistemas de explotación de pequeños rumiantes: razas autoctonas *vs* exoticas..... 227

Comunicaciones.

N. Mandaluniz, A. Aldezabal y L. M. Oregui.
Calidad nutritiva de los recursos pastables de las áreas de uso ganadero del Parque Natural de Gorbeia..... 237

J. Bustamante, A. Allés, J. R. de Olives y J. Rovira.
Valoración bromatológica del cultivo de la zulla (*Hedysarum coronarium* L.) durante su primer año de cultivo en la isla de Menorca..... 243

M. Joy, J. Cifre, J. Gulías, J. R. de Olives y C. Aguiló.
Valores analíticos medios de los recursos forrajeros de las Illes Balears..... 249

M. Joy, J. Cifre, S. Joy y J. Olascoaga.
Utilización de la pulpa de garrofa en el ensilado de gramíneas..... 255

G. Flores, A. González-Arráez, J. Piñeiro, P. Castro, L. Díaz-Villamil y J. Valladares.
Composición química y digestibilidad *in vitro* del guisante forrajero (*Pisum sativum* L.) y triticale (x *Triticosecale* Wittm.) como cultivos invernales en seis fechas de corte de primavera..... 261

P. Castro, G. Flores y C. Santoalla.
Comparación de tres sistemas de separación de la fibra con detergentes en forrajes y heces... 269

L. Campo y J. Moreno-González.
Evaluación del rendimiento, digestibilidad y otros caracteres de maíz forrajero en diferentes fechas de recolección..... 277

M. R. Alvir, J. Paniagua Marmol, J. González y C. A. Rodríguez.
Predicción de la digestión intestinal de la proteína bruta de la alfalfa. 285

S. Andrés, A. Calleja, F. J. Giráldez, J. S. González, S. López y P.L. Rodríguez.
Estimación de parámetros de fermentación ruminal *in vitro* mediante tecnología NIRS. 291

A. Soldado, O. Fernández, A. Martínez y B. de la Roza.
Estudio comparativo de métodos analíticos para la determinación del contenido en almidón en ensilados de maíz. 297

G. Flores, A. González-Arráez, J. Castro, P. Castro, M. Cardelle y L. Díaz-Villamil.
Ecuaciones para la predicción de la digestibilidad *in vivo* de ensilajes de maíz: composición química y métodos *in vitro*. 303

A. Martínez, O. Fernández, A. Soldado, M. Peláez, S. Modroño, R. Galiano, A. Méndez, G. de Anda, B. de la Roza y A. Argamentería.
Diferencias entre contenido en principios nutritivos y metabolitos de fermentación de ensilados de hierba y raigrás italiano procedentes de explotaciones asturianas. 311

A. Gómez -Cabrera, V. Fernández, J. E. Guerrero y A. Garrido.
Armonización y gestión conjunta en España de la información sobre el valor nutritivo de los pastos: Programa Califa. 319

R. Razz y T. Clavero.
Características productivas y reproductivas de vacas mestizas en un sistema de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. 327

E. Manrique, I. Casasús, A. M. Olaizola, I. Medel y R. Revilla.
Producción ganadera diferenciada y territorio.
El sistema extensivo de vacuno de cría de las Sierras Riojanas. 333

C. López-Carrasco, R. Rodríguez, C. López- Bote, I. Ovejero y A. Daza.
Factores de variación de la productividad de vacas de raza avileña-negra ibérica en la dehesa. . 339

G. Salcedo.
El ensilado de trigo en la alimentación de vacas lecheras: (1) Efectos del retraso en la recolección sobre la composición química e ingestión de materia seca. 345

G. Salcedo.
El ensilado de trigo en la alimentación de vacas lecheras: (2) Efectos del retraso en la recolección sobre la producción y composición química de la leche y fermentación ruminal. 353

J. Zea, M.D. Díaz, J. A. Carballo y B. Oliete.
Efecto del nivel de concentrado, en el acabado a 45 días, en algunas características de la canal y la carne de terneros Rubio Gallegos y Holstein-Friesian, alimentados a base de ensilado de pradera. 359

J. Zea, J. A. Carballo, M. D. Díaz y B. Oliete.
Efecto del tipo de alimentación en algunas características de la canal y la carne de terneros Rubio Gallegos y Holstein-Friesian. 365

A. Martínez, P. Castro y K. Osoro.
Efecto del manejo del pastoreo, monoespecífico o mixto con ovino o caprino, de los terneros añojos, en las ganancias individuales y productividad en primavera. 371

U. García, K. Osoro y A. Martínez.
Variaciones de peso de ovejas, cabras y vacas de cría manejadas en pastoreo mixto en matorrales de brezal-tojal con zonas de pasto de raigrás y trébol. 379

U. García, K. Osoro y A. Martínez.
Variaciones de peso del ovino y caprino en brezales-tojales quemados..... 387

P. Acero, N. Cedrún y V. Pando.
Estudio de la calidad de la leche de oveja en rebaños de Castilla y León..... 393

F. J. Mesías, M. Escribano, A. Rodríguez de Ledesma y F. Pulido.
Efecto de la extensión territorial sobre los indicadores de capitales fijos
en explotaciones extremeñas de vacas de carne. 401

TERCERA PARTE: RECURSOS y SISTEMAS SILVOPASTORALES.

Conferencia.
Alfonso San Miguel. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
Gestión silvopastoral y conservación de especies y espacios protegidos..... 409

Comunicaciones.
J. Aguirre, A. Fillat y F. Fillat.
La participación social en proyectos de ordenación: el caso del pastoreo
en un Espacio Natural Protegido de Montaña..... 423

N. Gañán, R. García-González, D. Gómez- García, A. Aldezabal y A. Marinas.
Valoración eco-pastoral de los puertos de Góriz en el Parque Nacional de Ordesa
y Monte Perdido..... 431

R. García-González, A. Marinas y D. Gómez- García.
Comparación de métodos de valoración pastoral en especies pascícolas pirenaicas..... 437

C. B. Passera, L. I. Allegretti, A. B. Robles y J. L. González-Rebollar.
Evaluación pastoral de los diferentes tipos de pastos del Parque Natural
de la Sierra de Castril (Granada, España)..... 443

F. B. Navarro, M. N. Jiménez, M. A. Ripoll, I. Bocio, E. Gallego y E. de Simón.
Análisis temporal de la fitomasa de herbáceas en cultivos abandonados reforestados
de zonas semiáridas continentales..... 449

I. Cañellas, S. Roig y A. San Miguel.
Caracterización y evolución anual del valor bromatológico de las quercíneas mediterráneas..... 455

M. D. Carbonero, P. Fernández-Rebollo, A. Blázquez y R. Navarro.
Evaluación de la producción y del calibre de bellotas de *Quercus ilex* L. subsp *ballota* (Desf.)
Samp. a lo largo de un ciclo de poda. Resultados de las campañas 2001-2002 y 2002-2003... 463

A. Blázquez, P. Fernández-Rebollo, R. Fernández-Rebollo y M. D. Carbonero.
Comportamiento del ovino en pastoreo en una repoblación de encinas.
Resultados preliminares..... 469

J. Mata, L. A. Bermejo, P. Mata, L. Bethencourt y A. Camacho.
Sistemas de pastoreo y presión sobre el territorio en espacios protegidos de Canarias..... 475

J. Busqué, B. Fernández, S. Méndez, P. Martínez, H. Mallavia, F. J. Manrique y C. Zaragoza.
Estudio de la defoliación específica del ovino en pastoreo y su efecto sobre la estructura
de pastos de puerto de Cantabria..... 481

R. Celaya, M. Oliván, M. J. Martínez, M. Mocha, A. Martínez, U. García y K. Osoro.
Selección de dieta de ovinos, caprinos y vacunos en pastoreo mixto sobre matorrales
de brezal-tojal con praderas mejoradas..... 487

D. M. Jáuregui, R. Ocaya, C. García y R. Osoro.
Rebrote del brezal-tojal tras una quema y su evolución posterior con pastoreo de ovino o caprino. 495

J. L. Riedel, A. Bernués, J. Valderrábano, N. Flores, A. Sanz, R. Revilla e I. Casasús.
Efecto del pastoreo sobre la vegetación en zonas de montaña mediterránea: resultados preliminares en el Parque de la Sierra y Cañones de Guara (Huesca). 501

L. Villar y J. L. Benito.
Pastoreo y excrementos en el piso alpino del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. 507

T. Martínez–Martínez.
Relaciones tróficas y selección de recursos por el muflón (*Ovis musimon*) y el gamo (*Dama dama*) en la Sierra de Cazorla. 513

A. Donald, I. López -Albacete, P. Galindo, E. C. Retamosa, D. Jordano, J. Fernández- Haeger y R. Villar.
Selección de herbáceas de Doñana por conejos: experimentos de cafetería. 519

C. Cacho, J. Muñoz-Igualada, F. Guil y A. San Miguel.
Selección y utilización de pastos sembrados por una población de conejos de los Montes de Toledo. 525

M. Villà y M. T. Sebastià.
Caracterización de los ecosistemas pastorales del Parque Natural Cap de Creus después de los incendios. 531

CUARTA PARTE: BOTÁNICA y ECOLOGÍA DE PASTOS.

Conferencia.

Gines López. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C.
Adaptaciones y defensas contra el pastoreo de las plantas de climas mediterráneos. 539

Comunicaciones.

J. Peñas, J. Cabello, F. Valle y J. F. Mota.
Pastizales vivaces de la Sierra de los Filabres (SE Ibérico). 551

E. Giménez-Luque, J. Navarro y F. Gómez-Mercado.
Pastizales vivaces (*Lygeo-Stipetea* Rivas-Martínez 1978) de la Sierra de Gádor (Almería). 559

E. Cañadas, F. Valle y F. B. Navarro.
Alternativa ganadera en cultivos abandonados del distrito guadiciano-baztetano (SE, España). ... 565

C. Salazar, A. García -Fuentes, F. Ortega y F. Guerrero.
Pastizales terofíticos halófilos de las explotaciones salineras del Alto Guadalquivir: caracterización fitosociológica y conservación. 571

E. Cano, A. García-Fuentes, J. A. Torres, C. Salazar, M. Melendo, L. Ruiz y A. Cano.
Clave para la identificación de pastizales en el distrito marianense (Sierra Morena, Sur de España). 577

J. A. Torres, F. M. Marchal, R. Montilla y E. Cano.
Clave dicotómica para la identificación de prados y pastizales en las Sierras Béticas del sur peninsular (Andalucía-España). 585

M. Santa-María, C. Chocarro, J. Aguirre, F. Fillat.
Clasificación de los prados semiextensivos del Pirineo central a partir de su composición florística. 593

B. Coca, A. Juan, S. Ríos, M. B. Crespo y F. Méndez.
Caracterización micromorfológica de la leguminosa *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirt. en diversas poblaciones mediterráneas y atlánticas. 601

R. Lindner y M. Lema.
Caracterización de poblaciones naturales del género *Dactylis* de Galicia..... 609

P. Casal, P. Lorenzo y J. Montalvo.
Eficiencia y viabilidad de la recolección de semillas de poblaciones de dos gramíneas silvestres. 615

R. M. Canals y A. Arroyo.
Efectos alelopáticos de *Lolium rigidum* Gaudin en tres herbáceas pratenses..... 621

J. Corona, M. Girón, M. E. Pérez-Corona y F. Bermúdez de Castro.
Efecto de dos factores ambientales en la germinación de tres especies de gramíneas en el sotobosque de *Elaeagnus angustifolia* L. 627

J. Durán, R. Navia y J. Montalvo.
Efecto de la luz sobre ecotipos de *Agrostis curtisii*: reparto de biomasa, plasticidad morfológica y aptitudes para restauración ambiental. 633

A.B. Robles, J. Castro, M. E. Ramos, L. Allegretti y C. B. Passera.
Efecto de la temperatura e incubación ruminal en la germinación de *Ononis fruticosa* L. 639

J. Castro y A. B. Robles.
Dispersión endozoócora por ganado ovino de las semillas de seis especies de cistáceas. 645

I. de Pablos y B. Peco.
Medidas estandarizadas de la capacidad de dispersión exozoócora en especies de pastos secos. 651

A. M. Sánchez- Álvarez y B. Peco.
Efecto del pastoreo y la perturbación mecánica del suelo sobre la supervivencia de las plántulas de *Lavandula stoechas* subsp. *pedunculata*..... 657

T. Buyolo y J. C. Escudero.
Variaciones temporales de la vegetación herbácea desarrollada bajo una cubierta de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. 663

P. Lorenzo, M. Pestaña y J. Montalvo.
Fertilidad y arquitectura reproductiva en poblaciones de *Pseudarrhenatherum longifolium*..... 669

M. Pestaña, J. Durán y J. Montalvo.
Crecimiento y supervivencia de dos especies de gramíneas perennes: interacciones entre humedad y fertilidad..... 675

R. Navia, A. Cano y J. Montalvo.
Limitaciones ambientales de la abundancia de *Agrostis curtisii* Kerguelen e interés para la valoración de pastos y la restauración ambiental. 681

I. Delgado.
Evaluación de especies para la regeneración de la cubierta vegetal en desmontes de alta montaña del Pirineo aragonés. 689

I. López-Albacete, I. del Río, P. Galindo, J. C. Muñoz-Reinoso, E. C. Retamosa, D. Jordano, J. Fernández-Haeger y R. Villar.
Producción de herbáceas en parcelas de matorral tratadas con desbroce y gradeo en Doñana.... 695

T. Pueyo, C. E. Alados y C. Ferrer.
Biodiversidad, grado de cobertura y estructura espacial de las comunidades de palmitar del sureste ibérico (Parque Natural del Cabo de Gata-Níjar) a lo largo de un gradiente de pastoreo.. 701

E. Jordán , M. Selva, J.M. López- Pérez y M.V. Vicente.
Estimación de la densidad y cobertura de los pastizales naturales de *Stipa tenacissima* L. en el sureste peninsular. 707

Z. G. López-Tecpoyotl, J. Bartolomé y J. Plaixats.
Variación demográfica y estructural de *Erica scoparia* (L.) en pastos herbáceos del Parque Natural del Montseny. 715

J. Pastor y A. J. Hernández.
Empleo de cubiertas de trébol subterráneo en olivar y viñedo frente al laboreo y no laboreo en estos agrosistemas. 721

I. Amezaga, I. Albizu, I. Duro y S. Mendarte.
Identificación de factores determinantes en el valor pastoral y estructura de los pastos del Parque Natural de Gorbeia (Bizkaia). 729

A. J. Hernández, A. Gil y J. Pastor.
Estudio de barbechos en el territorio arcósico de Toledo sobre distintos tipos de suelo y sometidos a diferentes usos. 735

N. Palero y M. T. Sebastiá.
Dinámica invasora en pastos de esparceta: monocultivo frente a mezclas forrajeras. 743

QUINTA PARTE: CARTOGRAFIA y S.I.G.

Comunicaciones.

J. Castro, R. Novoa, J. Vallladares y J. López-Díaz.
Desarrollo de un sistema de información geográfica para la gestión de la fertilidad del suelo en las explotaciones ganaderas. 751

P. Méndez, L. Bermejo, L. de Nascimento, A. Santos y J. Mata.
Avance de resultados del proyecto de pastos españoles para la isla de Tenerife. 757

M. Erena, A. Robledo, P. García, E. Correal, M. Vicente y F. Alcaraz.
Cartografía de recursos pascícolas en la región de Murcia. 763

V. Ferrer, M. Zalba, A. Leránoz, L. Albizua, A. Urmeneta y M. Donezar.
Delimitación de distritos ganaderos en el Parque Natural de Las Bardenas Reales (Navarra) mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica. 771

A. Broca, O. Barrantes, C. Ferrer y E. Manrique.
Tipificación de la ganadería de rumiantes de la provincia de Huesca, en función de los recursos pastables y forrajeros. 779

E. Manrique, C. Ferrer, A. Broca y H. Manrique.
Localización territorial y pastos melíferos básicos utilizados por la apicultura aragonesa. 787

O. Barrantes, J. Ascaso, A. Broca y C. Ferrer.
Tipificación y cartografía fitocenológica de los pastos de monte en la provincia de Huesca. 795

M. Maestro, I. Delgado, A. Broca y C. Ferrer.
Evaluación de los recursos pastables y forrajeros de las superficies agrícolas de la provincia de Huesca. 803

A MODO DE EPÍLOGO

P. Montserrat, E. Zorita y J.L. González Rebollar *813*

PRESENTACIÓN

Los Editores.

Frente a épocas históricas, fuertemente sectorializadas, las actuales políticas agrarias, ganaderas y forestales, españolas, superan el marco productivista que dominó la segunda mitad del siglo XX. Muchos aspectos rurales se revalorizan hoy a la luz de una concepción más integrada de los recursos. Muchos se saben fuertemente relacionados con la preservación de valores cada vez más apreciados. La protección ambiental y la calidad de vida cobran un nuevo significado para el hombre de la ciudad, que empieza a comprender la estrecha relación que existe entre algunos valores que desea preservar (prioritariamente sus aspiraciones de calidad de vida) y los usos, o el abandono, de la tierra.

Nacional e internacionalmente, se promueven iniciativas sobre la *Conservación de la Naturaleza, Lucha contra la Desertificación, Mantenimiento de la Biodiversidad, Forestación de tierras*, etc. La propia PAC, desde su directriz 268/75/CEE -sobre áreas de montaña y zonas desfavorecidas- hasta sus últimas revisiones, muestra un creciente interés sobre diversos aspectos sociales y ecológicos ligados a las actividades agrarias: *"no se puede conservar la cubierta vegetal, y la naturaleza en su conjunto, sin la presencia de una población suficiente en el medio rural, con un nivel adecuado de servicios e ingresos"*, señala en uno de los documentos.[1]

Pero las respuestas científicas y técnicas a estos nuevos postulados son aún muy escasas. El estudio de los extensos espacios *desfavorecidos* es una de las "cenicientas" del sistema I+D español, aún cuando muchas llamadas de atención -como la que realiza el Programa 21 de la Conferencia de Naciones Unidas sobre *Medio Ambiente y Desarrollo* sobre el desarrollo de las zonas de montaña- destacan *la urgente necesidad de establecer vínculos entre los sistemas tradicionales de uso de la tierra y la aplicación de la ciencia y la tecnología.*

Hoy cinco grandes temas centran la atención de los espacios agrarios en reconversión: *forestación, ganadería extensiva, agricultura sostenible, conservación de la naturaleza* y *ocio*. Ello implica una complejidad de actuaciones que sólo se puede abordar desde una perspectiva interdisciplinar, basadas en la integración de científicos y técnicos expertos en el conocimiento y en la gestión de nuestros sistemas naturales y seminaturales. Pero esto requiere nuevos recursos, instrumentos legales, financieros y personales, y una participación pública decidida y respaldada institucionalmente.

Un factor determinante de nuestros espacios agrarios es la especificidad ecológica y cultural en la que se ubican. Algo que, respondiendo a unas condiciones muy poco afines a las de otras zonas europeas, se traduce en un escasísimo conocimiento científico de los recursos que le son propios y, consecuentemente, en un aún más insuficiente desarrollo de propuestas tecnológicas *ad hoc*. En definitiva, lagunas de conocimiento trascendentes si tenemos en cuenta que en los agrosistemas españoles se dan los máximos europeos de diversidad biológica y los mayores riesgos de desertificación. Frente a ello no deja de ser paradójico que el trabajo de muchos técnicos e inves-

---

[1] *El sector forestal y la CEE*. Serie Comunidad Económica Europea. ICONA. Madrid. 1989.

tigadores, dedicados a mitigar estas carencias, se ven fuertemente penalizado por las credencia-les de "excelencia" que maneja el sistema español de evaluación en Ciencia y Tecnología; credenciales en las cuales el "localismo" de las aportaciones no encuentra el refrendo a su importancia.

Los organizadores de estas jornadas entendemos que es el insuficiente conocimiento de nuestros agrosistemas, su menosprecio en I+D, el responsable de que con frecuencia se hayan aplicado a su manejo técnicas erróneas e ineficaces, por mucho que nos haya atraído su virtualidad en otras latitudes. Entendemos, en consecuencia, de la mayor importancia abordar la investigación de alternativas basadas en nuestra realidad; sin ello será muy difícil dotar de verdadero contenido a los paradigmas de sostenibilidad que hoy se persiguen.

Atendiendo a este compromiso, la SEEP abre en estas jornadas un foro técnico y científico sobre *Pastos, Desarrollo y Conservación*. Es la primera ocasión en la que este tipo de reuniones profesionales se organizan en Granada, y nuestro trabajo, como editores, ha sido el de recoger en el presente volumen lo más notable de las ponencias y propuestas que, el comité científico de la obra, ha jugado relevantes.

AGRADECIMIENTOS

Un trabajo como el que se recoge en este libro sólo es posible con la colaboración de muchas entidades y personas. Lo es mucho más allá de la tramitación rutinaria de ayudas y subvenciones. Detrás de cada obstáculo ha habido una persona y una asunción de responsabilidades. Este capitulo está dedicado a esas personas (algunas de ellas anónimas) y a las instituciones y entidades que han colaborado a lograr los mejores resultados.

En el plano organizativo, quisiéramos agradecer el apoyo de las instituciones que nos han financiado, o respaldado. En primer lugar, a la Viceconsejería de la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía; al Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Cooperación al Desarrollo, de la Universidad de Granada; a la Subdirección General de Relaciones Internacionales del CSIC; a la Subdirección General de Prospectiva y Coordinación de Programas del INIA; a la Diputación Provincial de Granada y Patronato "Rodríguez-Penalva"; a la Dirección del Parque de las Ciencias de Granada; al Organismo Parque Nacional de Sierra Nevada; a la Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS); y a los Departamentos de Congresos y Convenciones de la Caja Rural y de El Corte Ingles. Sin su apoyo hubiera sido muy difícil organizar estas jornadas.

Deseamos expresar también nuestro reconocimiento a aquellas personas que, más allá de las ayudas oficiales, han sabido trasmitirnos su apoyo y confianza. Nos referimos a la Dña **Carmen Hermosín**, Directora General de la DGIFAP; a D. **José Maria Quintana** y a D. **Javier Sánchez**, Presidente y Director-Conservador, respectivamente, del Parque Nacional de Sierra Nevada; a Dña **Alicia Agudo**, Diputada Delegada de la Diputación Provincial de Granada; a Dña. **Mª José Osorio Pérez**, Vicerrectora de Extensión Universitaria y Cooperación al Desarrollo, de la Universidad de Granada; a D. **José Guirado Romero**, Director General de Gestión del Medio Natural de la Consejería de Medioambiente de la Junta de Andalucía; y a los alcaldes de Granada, Huescar y Bubión, D. **José Moratalla Molina**, D. **Agustín Gallego**, y D. **Antonio Pérez Carrión**, respectivamente. A todos ellos nuestro agradecimiento.

No olvidaremos en estas líneas a muchos colegas y amigos personales. Nos referimos a aquellos que ya lo eran, desde hace tiempo, como consecuencia de una afinidad profesional compartida, y a aquellos otros que ya lo son desde hoy, por las atenciones que han tenido en toda esta organización. De los primeros queremos expresar nuestro agradecimiento al Dr. D**. José Emilio Guerrero**, Profesor Titular de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes de Córdoba, que (casi) siempre nos dice "sí" en los momentos inciertos en que necesitamos dar vida a un debate animado e interesante; a su participación- siempre amena- el Dr. Guerrero une la elevada solvencia científica de sus investigaciones. A los Drs. **Mª Concepción Morales** y **Estanislao de Simón,** quienes, además de su implicación en las tareas editoriales de esta obra, han implicado a sus equipo en los aspectos organizativos de las jornadas; destacamos en este agradecimiento la participación de Dña. **Mª Ángeles Ripoll** y de Dr. **D. Francisco B. Navarro;** el Dr. **Navarro** *-Pipo*, para los amigos- engrosa la lista de miembros del Comité Científico de esta obra y ha sido esencial en la documentación de las jornadas de campo. Entre quienes ya consideramos "de los nuestros", quisiéramos destacar a D. **José Mateos Moreno**, Jefe de Servicio del Área de Desarrollo de la Diputación, que orientó nuestras solicitudes, y a D. **Juan Ignacio Fernández**

Salvera, secretaria del Patronato Rodríguez-Penalva, que, junto con D. **José Fantas Tejero,** Presidente de la Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño, atendieron siempre amablemente nuestras peticiones; sin su activa participación, la mesa de trabajo en el Patronato Rodríguez-Penalva no hubiese podido llevarse a cabo. Igualmente deseamos destacar a D. **Javier Medina Fernández**, Jefe de Departamento de Ciencias y Educación del Parque de las Ciencias y a Dña **Paz Posse Hernánz**, Técnica de Actividades Educativas del mismo, que supieron aunar las exigencias formales que obligaba nuestra estancia en el Parque con el trato deferente y cordial que todo huésped agradece. Lugar destacado, en nuestro reconocimiento, lo ocupa el Servicio de Publicaciones y Divulgación de la Consejería de Agricultura, de la Junta de Andalucía, a él se debe la edición específica de esta obra; su paciencia y comprensión merece nuestra permanente deuda de afecto.

No podemos tampoco olvidar a quienes han asumido desinteresadamente la responsabilidad de juzgar y decidir sobre los trabajos que aquí se incluyen. Sus nombre aparecen recogidos en la relación del Comité Científico de la obra. Está fuera de las posibilidades económicas de cualquier organización de este tipo el contar con un plantel de expertos como el que en dicha relación se recoge. Sus orientaciones y controversias (derivadas de la duplicidad de evaluaciones que ha sufrido cada trabajo), han sido tenidas muy en cuenta por los editores. En los mínimos casos en los que la discrepancia era altamente manifiesta los editores hemos optado por realizar un consulta adicional a destacados miembros de la SEEP, cuyo anonimato respetamos. En todo caso, la decisión última siempre ha sido nuestra.

Finalmente, que no en último lugar, expresamos nuestro agradecimiento a los relatores y coordinadores de las sesiones de trabajo. Ellos, a todos los efectos, son miembros del comité organizador. El hecho de que su implicación sea una practica habitual entre los miembros de la SEEP y que su nominación sea espontánea, casi "sobre la marcha", no excluye que destaquemos aquí la valiosa colaboración que representa su trabajo.

Y un último recuerdo para nuestros maestros, colaboradores y allegados más directos. Los organizadores de estas jornadas queremos rendir homenaje al Dr. **Julio Boza López**, que nos inició, a muchos, en el oficio de "pascólogos". A él debemos la vigencia de varias de nuestras líneas de investigación. Recién ingresados en la CEE (y con más del 60% de la Superficie Agrícola Útil del país en reconversión), el Dr. **Boza** supo adelantarse a lo que todavía hoy sólo se vislumbra: la importancia de evaluar la incidencia de las practicas ganaderas en la gestión sostenible de nuestros pastos del SE. Estas jornadas en Granada hubieran sido impensables si en 1986 el Dr. **Boza** no hubiese decidido impulsar una línea de investigación sobre estos olvidados sistemas silvopastorales. Hoy hay personas nuevas en el camino que él inició y, atendiendo a quienes lo siguen, deseamos destacar la valiosa aportación a estas jornadas de Dña. **Mª Eugenia Ramos Font**, becaria de nuestro grupo de trabajo; ella –"codo con codo"– ha asumido más responsabilidades de las que habitualmente acepta cualquier recién llegado a este imprudente oficio de investigador.

Y por último, nuestro reconocimiento a Dña**. Feliciana Cruz Ortiz** y, en su nombre, a nuestras propias familias, víctimas habituales de una de las peores costumbres del oficio: la de aceptar cualquier compromiso sin sopesar las limitadas posibilidades del horario laboral.

PRÓLOGO

Julio Boza López

Profesor de Investigación del C.S.I.C.
26 de Mayo del 2003. Granada.

En la convocatoria de estas jornadas de trabajo, destacando su celebración en las tierras de Granada, hemos querido resaltar la fuerte singularidad natural y agraria de esta Alta Andalucía, en cuyo territorio se encuentran algunos de los lugares más áridos de Europa, los ambientes climáticos más diversos, desde el desierto de Tabernas, en Almería, a las nieves de Sierra Nevada; con una de las floras más variada y amenazada del continente europeo, y con el sector de agricultura de montaña más extenso de Andalucía.

Al grupo de investigación "*Planificación ganadera del sureste ibérico*" –en el que he desarrollado una parte de mi trayectoria científica y formativa–, nos preocupó la creciente desertificación de las zonas áridas y semiáridas de Almería y Granada, y las posibles alternativas de uso sostenible de las mismas, con la finalidad principal de encontrar actividades que fijaran la población a este medio difícil y frenara su proceso de degradación. De todos es sabido que las sepultadas civilizaciones de Mesopotámica, Fenicia, Cartago, o Persia, tuvieron como base de su esplendor, la enorme fertilidad de sus suelos sobre los que dichos imperios se asentaron. Los desiertos que hoy cubren aquellas nos señalan el proceso erosivo a las que se vieron sometidas, hasta perder su fertilidad y estabilidad. Es la amenaza que actualmente se cierne sobre nuestras zonas desfavorecidas, desertificación conocida desde antiguo y magistralmente descrito en la antigua Ática por Platón, sobre el año 350 a. de C. en sus Diálogos (El Critias): "*muchas y singulares avenidas se han producido. La masa de suelo que descendió vertiginosamente desde los lugares altos, cayó sin cesar y se perdió finalmente en la profundidad del mar. Desde entonces lo que permanece, como cualquiera lo puede ver en las pequeñas islas, ofrece, al comparar las condiciones actuales a las que entonces predominaban, la imagen de un cuerpo que una enfermedad ha convertido en esqueleto*".

Pero, a pesar de esas condiciones extremas, climáticas y edáficas, que presentan las zonas áridas, crecen en ella una amplia variedad de especies vegetales nativas y naturalizadas, cuya mejora y protección llevaría a un cambio favorable del paisaje, y sobre todo permitiría actividades económicas como base de su estabilidad demográfica.

Un ejemplo de vida en los desiertos lo tenemos en una curiosa planta crucífera, *Anastatica hierochuntica* la rosa del desierto (o flor de Jericó), que posee una característica singular: cuando llueve –y eso sucede rara vez en esos parajes– se abre sus hojas secas y suelta una semillas; pero no expele todas, parte de ellas. Es como si "supiera" que no tendrá suficiente cantidad de agua para germinar y brotar nueva flores, y así repite esta operación hasta conseguir su propósito. Este es un mecanismo de supervivencia que permite preguntarnos: ¿Cuál es nuestro mecanismo para poder ocupar los ecosistemas áridos?. ¿Acaso nuestra capacidad de aprender?, o tal vez ¿la de aplicar la ciencia y tecnología para frenar el avance del desierto, invertir ese proceso, y poder llegar al uso sostenible de las zonas áridas?.

Se ha recomendado el uso múltiple del suelo en las zonas desfavorecidas: pastos para el ganado, pequeñas áreas de cultivos, producción de miel, de especias y condimentos alimentarios, recolección de plantas textiles, esencieras y medicinales, obtención de leña para fines doméstico, ordenamiento de pequeñas cuencas para cosecha de agua, usos urbano e industrial, así como actividades cinegéticas o recreativas, etc.. Dentro de las posibles alternativas viables destaca la dedicación pecuaria, principalmente basada en los pequeños rumiantes, donde se cuenta con sobresalientes razas autóctonas, bien adaptadas al medio, y cuyas producciones, principalmente la de leche, es generadora de un empleo continuado a lo largo del año. Es decir, estamos hablando de una eficaz alternativa de fijación de la población a dichas áreas marginales, precisamente en las zonas donde se mantienen la mayor parte del censo de los ovinos y especialmente caprinos, tanto España como en los otros países mediterráneos de la Unión Europea.

La nueva PAC ha tenido una gran trascendencia en el destino de ayudas a las zonas desfavorecidas de la UE, promoviendo actividades de carácter extensivo, sean agrícolas, forestales o ganaderas, que se caractericen por un mejor aprovechamiento de los recursos naturales, y un mayor equilibrio entre producción y conservación de los mismos. La importancia en España de las zonas calificadas por la PAC como "desfavorecidas", suponen casi las dos terceras partes de su superficie agrícola útil (63,7%), y conciernen, de una manera directa, a más de un tercio (36,9%) de la población.

Los sistemas extensivos ganaderos se caracterizan por el aprovechamiento de la vegetación, que sin su concurso quedarían infrautilizada, especialmente en aquellas áreas con circunstancias no apropiadas para la agricultura. Junto con ello, se podía añadir, que la ganadería extensiva con caprinos, y en el caso de estas zonas desfavorecidas, es una opción a considerar sin prejuicios, ya que precisa pequeños gastos de mantenimiento, transformando la vegetación natural en alimentos no excedentarios (leche y carne de animales jóvenes) con elevada demanda y precio, proporciona una ocupación estable, y se integra bien en los modelos de aprovechamiento sostenido y silvicultura mediterránea. En el plano conservacionista, la práctica controlada del pastoreo involucra muchos objetivos de preservación natural, mantenimiento de la diversidad, conservación del patrimonio genético y salvaguarda de los animales autóctonos.

Recientemente la FAO ha señalado que la producción ganadera puede integrarse perfectamente dentro de la Agricultura de Conservación, haciendo uso del reciclado de nutrientes. Esto reduce los problemas ambientales causados por la producción intensiva, y concentrada, de ganado. La integración del mismo dentro de la producción agrícola permite al agricultor introducir cultivos de forrajes en el ciclo de rotación, ampliando dicho ciclo y reduciendo los problemas de las plagas. Los cultivos forrajeros pueden ser utilizados con frecuencia para el doble propósito de alimentar al ganado y de cubrir el suelo, especialmente en zonas áridas con baja producción de fitomasa, teniendo presente que esta agricultura de conservación ha nacido con vistas a detener el avance de la desertificación.

La actividad ganadera en relación con la vegetación de estos espacios pastorales, especialmente para su conservación o su posible transformación, es una temática del mayor interés para los gestores de los mismos, que precisan la planificación de los usos más convenientes y una valoración integral de la producción animal. En este sentido existen destacados estudios españoles sobre la importancia de la ganadería en la conservación de pastos y paisajes.

Desde hace años se demostró el efecto favorable del ganado sobre la conservación y mejora del medio, habiéndose señalado la beneficiosa influencia del pastoreo sobre la vegetación natural, aumentando la cantidad y calidad de los pastos. Son numerosos los autores, que en la actualidad están aportando publicaciones en orden a terminar con los viejos prejuicios del daño que causan los animales a la vegetación, así como otras dedicadas al efecto del pastoreo sobre los pastos del sureste ibérico; el empleo del ganado en la limpieza del monte o en el control del crecimiento del sotobosque; en la selvicultura preventiva, o su importancia en la conservación del paisaje.

igualmente se conoce que el "no-pastoreo" disminuye la capacidad de crecimiento de las plantas, ya que al no ser utilizadas adecuadamente, se esclerosan y disminuyen el crecimiento, habiéndose observado en las regiones áridas que la ausencia de pastoreo provocaba una menor producción de pasto, en comparación con el optimo obtenido con una carga adecuada.

En la *Selvicultura Mediterránea*, se señala que el incendio forestal, de proporciones casi telúricas y de gran actualidad en los últimos decenios, es el mayor peligro que acecha al monte mediterráneo. Los pastizales herbáceos compartimentan el espacio forestal leñoso, ejerciendo labores de protección frente a incendios, verdaderamente eficaces y, normalmente a muy bajo costo. El ganado que fundamentalmente en ellos se alimenta, consume la vegetación herbácea, la que difunde rápidamente el fuego, además de controlar el crecimiento de la leñosa, que es la genera las mayores dificultades en la extinción. Sabemos el ganado puede ser un riesgo para el monte, que se puede controlar con una buena gestión del pastoreo, pero lo que si muy cierto que *el monte mediterráneo no estará nunca seguro sin él, ni será suficientemente productivo, como para autosostenerse*[2]. Efectivamente, el ganado además de ser útil a la selvicultura preventiva y aumentar el valor final añadido del monte, crea empleo en esas zonas frecuentemente poco pobladas, contribuye a la conservación de la naturaleza y el paisaje, y es salvaguarda de una parte importante de nuestra cultura.

Junto con lo anterior, debemos señalar los posibles efectos negativos del herbivorismo sobre la vegetación, como en los casos de una elevada frecuencia e intensidad de la utilización; consumo en estados fenológicos inadecuados; ingestión de determinadas fracciones morfológicas; competencia de otras plantas no pastadas. etc, pero en general se está de acuerdo que el pastoreo moderado o adecuado a la capacidad sustentadora del pastizal, maximiza la diversidad del pasto, habiéndose puesto de manifiesto que su utilización, por los herbívoros, no ha disminuido la alta diversidad biológica de muchas comunidades forestales secularmente pastoreadas.

En uno de nuestros primeros trabajos, sobre planificación ganadera del SE ibérico, en la Sierra de los Filabres de Almería, la principal conclusión que obtuvimos es que: "*los cambios de uso hacia un silvopastoralismo son compatibles con la mejora de la cubierta vegetal, el descenso de la erosión y la estabilidad demográfica de esas zonas áridas*". El trabajo de fotointerpretación retrospectiva llevado a cabo en áreas piloto de la Sierra de los Filabres por miembros del equipo[3], sobre fotogramas de los años 1956, 1977 y 1988, nos puso en evidencia que el abandono cerealista y subsiguiente cambio al pastoreo extensivo con cabras fue compatible con la expansión de la vegetación natural y de los pastos, lo que está contribuyendo a la estabilidad del paisaje frente a la erosión. Los 32 años que abarcan dichas fotografías muestran una recuperación de la vegetación natural (aumentos especialmente de *Anthyllis cytisoides* y *Stipa tenacissima*), con una drástica disminución del cultivo de cereal y la supresión de los barbechos, manteniéndose la superficie dedicado al chumberal. Este es un caso en el que se nos hizo evidente, lo que se ha denominado "*paradoja pastoral mediterránea*", que habla del incremento de las mejores especies pascícolas, conforme son mayormente utilizadas por el ganado.

Desde el punto de vista silvícola, el trabajo de otro de los miembros de nuestro equipo[4], en una finca particular en Sierra Nevada, evaluó la incidencia del arbolado sobre la oferta de los pastos, al fin de matizar el debate "*árboles-pastos*", y muy especialmente "*pinos-pastos*". En el se comparó la oferta de pastos arbustivos desarbolados *versus* otros arbolados, los cuales, a su vez - tanto si eran encinares como si eran pinares-, se discriminaban por su grado de densidad, encontrándose que es en el pasto desarbolado donde se presenta más diversidad florística y mayor oferta forrajera, siguiéndole en importancia los encinares abiertos y los pinares en mosaico. En lo refe-

---

[2] M. Mesón y M. Montoya, Selvicultura Mediterránea. Mundi-Prensa. Madrid. 1993.

[3] Dra. Ana Belén Robles Cruz.

[4] Dra. Mª Pilar Fernández García.

frente a la capacidad sustentadora, los máximos encontrados para los espacios arbolados incumben a los dos tipos de encinar estudiado (abierto y denso), seguido de los pinares en mosaico. Son únicamente los pinares densos los que monopolizan el espacio y disminuyen su compatibilidad con el uso ganadero, evidenciándose, en la búsqueda de alternativas, cuales admiten opciones mixtas, *arbóreo-pascícolas*, que minimicen las pérdidas de capacidad de uso.

Sobre otros aspectos silvícolas, pensamos sería oportuno apuntar los inconvenientes que para muchas zonas desfavorecidas pudieran tener algunas iniciativas de la UE, como la forestación masiva de las tierras en abandono, ya que en nuestro medio pudiera favorecer incendios, aumentar el despoblamiento e incluso afectar negativamente a la disponibilidad de agua. Por otro lado, el conservacionismo mal entendido, que aleja mucho de los factores de perturbación a los que responde la dinámica natural del ecosistema, provoca claras pérdidas de biodiversidad y productividad. Nuestros estudios han mostrados cómo, algunas comunidades de pastos del sureste peninsular (como pueden ser los albaidares y tomillares almerienses, de *Anthyllis cytisoides* y de *Thymus baeticus*) pueden alcanzar valores de índice de Shannon entre 3,5 y 4 bits, es decir, unos índices de diversidad florística que en nuestras latitudes, y en condiciones no perturbadas, son prácticamente inalcanzables.

Sin embargo, junto con lo anterior, hay que señalar que en determinadas zonas del sureste estamos asistiendo a un "sobrepastoreo subvencionado", como consecuencia de la política indiscriminada de primas por cabeza animal otorgada por la UE, sin tener en cuenta la capacidad sustentadora de estas zonas. En este sentido, en uno de nuestros trabajos[5] sobre los pastos del Parque Natural de Castril, se encontró una carga ganaderas muy superior a la capacidad sustentadora evaluada. Las consecuencias para estos pastos comunales eran muy evidentes: degradación de la cubierta vegetal y pérdida del recurso pascícola.

La adjudicación de las primas a ovinos y caprinos reglamentadas en la PAC, sin tener en cuenta el ajuste entre carga y capacidad sustentadora, esta provocando, sobre todo en zonas marginales, incrementos de censos ganaderos en detrimento de los pastos aprovechables, con negativas consecuencias sobre la propia ganadería que, al primarse el número de animales, ve minimizado el interés por el estado sanitario y la calidad de los productos.

En el transcurso de estos días esperamos veré cumplido cumplir el objetivo principal de estas jornadas, el de crear un foro de discusión de los avances científicos y técnicos obtenidos en los diferentes aspectos concernientes a la mejora, producción y gestión, tanto de cultivos forrajeros como de pastos extensivos y sistemas silvopastorales. Estoy seguro que con vuestras sabias intervenciones aprenderemos mucho, e incluso si al terminar algunos creen que se van con más dudas e inquietudes que las que traían, será también motivo de satisfacción, ya que las dudas nacen de un mayor conocimiento. Sabéis que cada paso o avance en el progreso, trae nuevas inquietudes y dudas sobre el camino a proseguir hasta encontrar la dirección correcta, ya que el proceso de la investigación requiere un estudio profundo sin el cual resulta imposible la objetividad científica. En esa búsqueda del camino estamos y podríamos preguntarnos: ¿Seremos capaces de comprender el código genético de aquella modesta flor de Jericó?. ¿Llegaremos a lograr el adecuado equilibrio entre la conservación del medio ambiente y la explotación?.

No quiero prolongar más estas reflexiones que me he permitido hacer, aprovechando esta ocasión excepcional. He tenido el honor de dirigirme a ustedes para saludarles y darles la bienvenida, en esta primera ocasión que la SEEP nos cita en Granada y, desearles a todos una estancia muy grata y fructífera. Granada os espera y os saluda, con la frase que orla los muros del salón de Embajadores de la Alambra: "*Aquí eres recibido con palabras de bendición, de prosperidad y de paz*".

---

[5] Dr. Carlos. B. Passera Sassi.

PRODUCCIÓN VEGETAL

Primera parte

PROSPECCIÓN Y MANEJO DE LAS MICORRIZAS PARA LA REGENERACIÓN DE MATORRALES DEGRADADOS EN AMBIENTES MEDITERRÁNEOS

J. M. Barea

Departamento de Microbiología del Suelo y Sistemas Simbióticos. Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Profesor Albareda 1, 18008 Granada.

Introducción

Las micorrizas componente importante entre los factores bióticos del suelo, no solo por su repercusión directa, sino por que su funcionalidad afecta a otros importantes factores bióticos y abióticos. Como después se describe, una micorriza es una asociación simbiótica que ocurre entre las plantas (raíces) y ciertos hongos habitantes comunes del suelo, y que resulta fundamental en el establecimiento y desarrollo de las plantas. En la presente comunicación, después de una breve introducción a los conceptos generales sobre micorrizas y su significado en la restauración de espacios degradados, se pretende dar a conocer la experiencia propia en este Área Temática de investigación mostrando las hipótesis de trabajo, los objetivos que se pretenden en cada caso, así como los resultados más relevantes de unos ensayos modelo en relación con la aplicación practica de las micorrizas en revegetación de ecosistemas mediterráneos degradados.

Micorrizas: Conceptos generales y significado en el ecosistema

La inmensa mayoría de las plantas que crecen sobre la corteza terrestre viven asociadas, en forma de simbiosis mutualística, con ciertos hongos del suelo dando lugar a las llamadas "micorrizas" ("hongo-raíz"). El hongo, habitante común de los suelos, contacta las raíces y coloniza biotróficamente la corteza de las mismas, sin causar daño a la planta, llegando a ser parte integrante de la raíz desde el punto de vista fisiológico y morfológico. Una vez colonizada la raíz, el hongo también desarrolla un micelio externo que, a modo de sistema radical complementario y altamente efectivo, coloniza el suelo que rodea la raíz y ayuda a la planta a adquirir nutrientes minerales y agua. De hecho, esta simbiosis se considera la parte metabólicamente más activa de los órganos de absorción de nutrientes de las plantas. A su vez, la planta hospedadora proporciona al hongo simbionte (heterótrofo), compuestos carbonados procedentes de la fotosíntesis, así como un nicho ecológico protegido. Las micorrizas juegan un papel clave en el desarrollo de las plantas y en el ciclado de nutrientes en el ecosistema. Se las encuentra prácticamente en todos los suelos, climas y biomas de la Tierra y solo en unas pocas familias botánicas hay especies que no forman micorrizas. Los ejemplos más significativos de familias con especies no micorrizables son las crucíferas, quenopodiáceas y ciperáceas.

La colonización interna de las raíces por los hongos micorrícicos, junto con el aporte de nutrientes y agua del suelo a la planta, que lleva a cabo el micelio externo del hongo simbionte, dan lugar a cambios en la fisiología de la planta hospedadora. Tales cambios permiten que las plantas micorrizadas se desarrollen mejor y respondan a los estreses ambientales de forma diferente que las plantas no micorrizadas. En resumen, las micorrizas facilitan el ciclado de nutrientes (P y N fun-

damentalmente), incrementan la resistencia de la planta frente a situaciones de estrés tales como sequía, salinidad, deficiencia en nutrientes, presencia de contaminantes (por ejemplo, metales pesados), y contribuyen a conservación del suelo (formación de agregados), establecimiento de las plántulas, regulación de la sucesión vegetal, etc.

Tipos de micorrizas: Características y especies de plantas que las forman

Como se indicó anteriormente, la gran mayoría de las plantas silvestre y cultivadas forman esta simbiosis a la que se le considera universal. Es lógico que tal universalidad implique una gran diversidad en lo que concierne a la taxonomía de los hongos (y plantas) simbiontes. De hecho existen diferencias considerables en la morfología y fisiología de las micorrizas, lo que permite reconocer cinco tipos básicos diferentes. Los cinco tipos ocurren en las plantas de ecosistemas naturales, entre ellos, los mediterráneos.

En esta presentación nos vamos a centrar en el estudio de las micorrizas arbusculares (MA), cuya importancia ecológica y económica está avalada por su presencia en más del 80% de las especies vegetales existentes. Entre otras, son plantas formadoras de MA las leguminosas, los cereales, todos los frutales y otros cultivos de interés agronómico y en hortofruticultura, así como muchas de las especies arbóreas, arbustivas, subarbustivas y herbáceas propias de los ecosistemas naturales. Concretamente, las MA son propias de muchas especies características de esa formación típica que es el matorral mediterráneo. Fundamentalmente, de tomillares, romerales, retamales, espinales, espartales, albaidales, etc. Las especies de los géneros *Thymus, Lavandula, Salvia, Sideritis, Teucrium, Rosmarinus, Juniperus,* rosaceas, *Anthyllis, Retama, Coronilla, Genista, Spartium*, etc., o plantas tan emblemáticas como acebuche, algarrobo y lentisco, son típicamente micotróficas para hongos MA.

El micelio externo que desarrollan los hongos formadores de MA (zigomicetos microscópicos del orden Glomales) es muy ramificado y conecta con los microhábitats del suelo rizosférico y no-rizosférico. Esta red de micelio se extiende varios centímetros desde la superficie de la raíz, por lo que las hifas actúan como "puentes" que superan la zona de "agotamiento" en nutrientes que rodea la raíz. Su función es crítica para la captación de nutrientes poco móviles, particularmente fosfato, amonio y algunos micronutrientes y agua. Las hifas del hongo, en conjunción con otros microorganismos del suelo, contribuyen a la formación de agregados estables necesarios para mantener la calidad del suelo.

Los registros fósiles de plantas más antiguos que se conocen presentan en sus primitivas raíces unas estructuras similares a las que ocurren en las actuales MA. Ello llevó a postular un papel clave de la micorriza en la colonización de la corteza terrestre por las plantas superiores. De acuerdo con esa teoría, las MA tendrían una antigüedad de unos 400 millones de años, la misma que se le adjudica a las plantas, lo que sugiere una co-evolución de las plantas y sus micorrizas, que se manifiesta por el elevado grado de mutualismo y dependencia que muestran entre sí. Estudios recientes que utilizan técnicas de biología molecular han confirmado la validez de las apreciaciones anteriores sobre datación, filogenia y evolución de los hongos de la MA. Como en todo proceso de co-evolución, el referente a esta simbiosis también ha conllevado al desarrollo de interdependencias entre plantas y hongos micorrícicos que se manifiestan por los hábitos micotróficos de las primeras, y el carácter de simbiontes obligados del micosimbionte.

Con el fin de poder entender mejor el significado de las micorrizas en los procesos de restauración ambiental, se van a repasar, aunque someramente, algunos conceptos importantes en el contexto de la diversidad y funcionamiento de los ecosistemas, con especial referencia a los mediterráneos, así como las implicaciones de los microorganismos.

Degradación de la cubierta vegetal en los ecosistemas mediterráneos y su repercusión en la degradación de la microbiota del suelo

Por sus características geomorfológicas y climáticas, así como por la intervención humana, que en zonas concretas y en periodos históricos definidos ha sido decisiva, los procesos de degradación en los ecosistemas en el área mediterránea adquieren unas connotaciones especiales. Como es bien conocido, los ambientes mediterráneos se caracterizan por un mecanismo climático de alternancia regular de una estación cálida y seca, con una estación fría y húmeda, lo que condiciona unas características ecológicas determinadas, comunes en varias áreas del Planeta, a las que se consideran que poseen un "clima mediterráneo". Son definitorias la sequía estival pronunciada, abundante energía solar y precipitaciones irregulares y esporádicas, pero torrenciales, en otoño-invierno. La precipitación media anual puede oscilar entre 275 y 900 mm, lo que determina que en la Península Ibérica se aceptan como "Ambientes Mediterráneos" muchos ecosistemas de la Cuenca Atlántica. Además del clima, tanto el relieve, como el sustrato litológico, la cubierta vegetal y la intervención humana son factores esenciales que definen las cualidades y funcionamiento de los ecosistemas mediterráneos.

La vegetación potencial de la Cuenca Mediterránea (Mediterráneo de los romanos) estaría basada en el bosque esclerofilo de hoja perenne. Sin embargo, como consecuencia de procesos degradativos de diversa índole, que después se comentan, en distintas áreas ha ocurrido un deterioro continuado del bosque mediterráneo. Una formación típica es el matorral, agrupación con predominio de plantas perennes, leñosas, de altura inferior a siete metros, sin diferenciación entre tallo y copa. En las regiones áridas y semiáridas son comunes matorrales tales como tomillares, romerales, retamales, espinales, espartales, albaidales, etc. que a veces presentan una gran riqueza y estabilidad, con abundancia de endemismos. Arbustos como Algarrobo (*Ceratonia*), Acebuche (*Olea*), Espino (*Prunus*), Lentisco (*Pistacia*), fundamentales en Ambientes Mediterráneos.

Es bien conocido que el equilibrio natural que rige la estabilidad de cualquier ecosistema puede ser perturbado por cambios en la actividad de agentes naturales (procesos climáticos, geomorfológicos o paleotectónicos, etc.). Consecuentemente, la estructura, morfología y la *diversidad* de especies de la vegetación potencial se degradan, proceso concomitante con un deterioro generalizado de las propiedades físico-químicas y *biológicas* del suelo. Como se indicó anteriormente, las lluvias escasas e irregulares, con veranos secos y calurosos, junto con la presión antropogénica, ejercida en determinados e históricos periodos de tiempo, son factores determinantes de la degradación de los ecosistemas mediterráneos, en general y de los semiáridos ibéricos, en particular.

Restauración de ecosistemas mediterráneos degradados

Se ha apuntado en numerosos foros, y en la literatura científica relacionada con el estudio de ese proceso dinámico y complejo que es la desertificación, que *en la Cuenca Mediterránea la estrategia de revegetación más apropiada, en muchos casos, como el del sudeste ibérico, debe basarse en el uso de especies arbustivas, subarbustivas y herbáceas, mas que en arbóreas.*

Se sabe que las distintas especies vegetales actúan de forma diferente y, de hecho, difieren en su grado de idoneidad en cuanto a su eficacia para la protección del suelo. Concretamente los arbustos del matorral mediterráneo, con capacidad de enraizar profundamente, tienen un alto potencial en ese sentido, pero, precisamente, son dichas especies las que han sufrido mas agresión antrópica (sea directa o indirectamente) en el sudeste ibérico. Ello, en unión de ciertas limitaciones ecofisiológicas inherentes a su reproducción, hace que la recuperación natural de estas especies sea muy lenta. En general, es difícil pensar una revegetación natural espontánea en áreas donde las precipitaciones están por debajo de 350 mm.

En efecto, para desarrollar un programa de revegetación basado en principios ecológicos (científicos) es necesario identificar los principales factores que limitan una instalación óptima de las plantas, entre estos el pobre estado de agregación, bajo contenido de materia orgánica y una actividad biológica muy deficiente. En este sentido, los microorganismos del suelo (hongos de la micorriza y rizobacterias, principalmente) desempeñan un papel fundamental tanto para la producción de plántulas mejoradas, como para el éxito global de la revegetación. Por ello se ofrece a continuación un resumen de la información disponible sobre la actividad de estos microorganismos y sus efectos sobre el establecimiento y desarrollo de las plantas en ecosistemas degradados.

Prospección de hongos micorrícicos con vistas a su utilización para la restauración de ecosistemas mediterráneos degradados

Hace unos 15 años que este grupo de investigación comenzó sus estudios de prospección de hongos micorrícicos en la rizosfera de especies arbustivas de interés en ecosistemas mediterráneos, con vistas a su utilización en ensayos de revegetación. Aunque estos aislados han sido ya estudiados en ensayos de campo, falta mucha información sobre la evaluación y explotación de su diversidad para obtener el máximo beneficio de estos sistemas simbióticos en programas de revegetación mediante una selección adecuada. Puesto que la erosión, especialmente la que sufre el sudeste ibérico, produce una importante pérdida, e incluso la desaparición, de propágulos microbianos del suelo, la reintroducción de dichos microsimbiontes autóctonos puede ser clave en un programa de revegetación. En este sentido, se ha apuntado la importancia de las llamadas "islas de fertilidad y recursos", que se generan en las rizosferas de plantas que crecen aisladas en áreas degradadas están siendo consideradas como fuente de inóculo de microsimbiontes.

Es preciso indicar, sin embargo, que el máximo beneficio de la inoculación con hongos formadores de micorrizas arbusculares, y de *Rhizobium*, en el caso de leguminosas, sólo se consigue después de una selección muy controlada del consorcio microbiano más idóneo (el que demuestre mas alto nivel de compatibilidad funcional y ecológica con el área a restaurar) con una representación de microsimbiontes que conformen la diversidad natural del ecosistema.

En tales inóculos hay que considerar también a las rizobacterias (inóculos de "segunda generación"), que asociadas a las micorrizas y *Rhizobium* son capaces de promover acciones beneficiosas para la planta. Estas bacterias deben ser co-inoculadas durante el proceso de producción del material vegetal para su implantación en un sistema degradado. Es obvio que para propiciar el incremento en el número de propágulos de microsimbiontes autóctonos definidos, es preciso conocer la diversidad y evolución de las poblaciones naturalmente existentes. Llegado este punto, es importante introducir brevemente conceptos clave sobre estudios de biodiversidad y su aplicación concreta en el caso de los hongos micorrícicos.

Análisis de la diversidad genética de hongos de la micorriza arbuscular en ecosistemas terrestres

Las poblaciones naturales de hongos micorrícicos evolucionan en el suelo en espacio y tiempo. Este hecho es fundamental para definir estrategias de revegetación. Para ello, un requisito previo es la caracterización de los hongos presentes que permita analizar su diversidad, seleccionar los mas adecuados como inoculantes y para que, tras su re-inoculación en el ecosistema, poder efectuar su seguimiento.

La caracterización y seguimiento de los hongos formadores de micorrizas se ha basado durante los últimos años en la evaluación de las características morfológicas de las esporas de resistencia que desarrollan, criterio aun vigente pero que no está exento de dificultades. Igualmente, se han propuesto criterios inmunológicos.

El progreso que las técnicas de biología molecular están experimentando en la actualidad está permitiendo albergar opciones de utilización de criterios más constantes y fiables para caracterizar los hongos de la micorriza que faciliten el estudio del establecimiento y destino en el suelo de los hongos seleccionados por su grado de adaptabilidad y eficacia en los ecosistemas de referencia. Concretamente, debido a que el carácter de simbiontes obligados de estos hongos limita la cantidad de material fúngico disponible para ser analizado, la aplicación de la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) al estudio de los hongos de la micorriza ha supuesto un gran avance en la caracterización génica de dichos microorganismos.

Durante los últimos años el análisis de los genes ribosómicos (rRNA) de los hongos formadores de micorrizas ha puesto de manifiesto que el polimorfismo existente en dichos genes, especialmente en la subunidad pequeña ribosómica 18S, permite establecer criterios fiables para estudios de filogenia y de diversidad. La secuenciación de los genes ribosómicos de la mayoría de las especies de hongos formadores de micorrizas identificadas está permitiendo actualmente desarrollar estrategias basadas en el uso de metodologías innovadoras de ecología microbiana, como PCR-SSCP y PCR-TGGE, con el fin de identificar los diferentes ecotipos de hongos formadores de micorrizas presentes tanto en una raíz colonizada como en su rizosfera.

Interrelaciones entre diversidad de hongos micorrícicos y diversidad de la cubierta vegetal

"Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity" ***Nature***, 396, 69-72 (1998)

En este artículo se demuestra por primera vez, por medio de ensayos en microcosmos y macrocosmos en condiciones de campo, que la diversidad de hongos de la micorriza es un factor clave en la conservación de ecosistemas naturales diversificados en cuanto a su cubierta vegetal, lo que repercute en el funcionamiento correcto y en la productividad del ecosistema. Se conocía que la presencia de hongos micorrícicos incrementaba la diversidad de especies vegetales. y al mismo tiempo, que tanto la planta, el suelo como el tipo de ecosistema también controlan la diversidad de hongos. Un aspecto clave para entender el significado de la diversidad de hongos micorrícicos es que las distintas especies vegetales se benefician de forma diferente, en términos de producción de biomasa y adquisición de nutrientes, de los diversos taxones de hongos micorrícicos.

En cualquier caso ese estudio pionero, además de destacar la necesidad de proteger y potenciar a los hongos micorrícicos como componentes claves en ecosistemas naturales, apunta que los experimentos hasta ahora realizados no deben ser considerados mas que el inicio de otros ensayos en condiciones edafoclimáticas, ecofisiológicas y geográficas diferentes, que permitan generalizar la observación inicial. Sin duda los ecosistemas mediterráneos ofrecen un modelo original e importante para desarrollar tales investigaciones. Como apuntó Allen, la investigación en el siglo XXI debe comenzar por profundizar en el estudio de la genética de poblaciones de hongos micorrícicos y como ello influencia el funcionamiento de los ecosistemas. Es preciso, añade Allen, efectuar una evaluación realista de los cambios sutiles en el "funcionalismo de las micorrizas" para poder apreciar como ello afecta las interacciones biológicas y ambientales, así como mejorar nuestra capacidad para integrar la "dinámica micorrícica" en el contexto del "cambio global".

Propuesta de estrategias para la restauración de ecosistemas degradados basada en el análisis de la diversidad y uso de micorrizas

De acuerdo con lo que antecede, y como se indicó anteriormente, este grupo de investigación propuso hace unos años propiciar desarrollos biotecnológicos, basados en la prospección y aplicación de las micorrizas en programas de revegetación.

concretamente, en el contexto del Proyecto BIOSEMZ se realizaron diversos experimentos que pusieron de manifiesto la importancia de la micorrización en programas de revegetación. Así mismo se corroboró el hecho normalmente aceptado de que *en programas de revegetación de ecosistemas degradados en ambientes mediterráneos deben utilizarse plantas pertenecientes a la sucesión natural del área de estudio*. Sobre la base de estos ensayos preliminares, se han ido planteando hipótesis de trabajo progresivas, basadas en analizar la diversidad de ecosimbiontes en la rizosfera de plantas "diana", y en utilizar dicha diversidad como fuente de inóculo para las plantas seleccionadas que van a ser usadas en programas de revegetación. Así, se han realizado, y realizan, ensayos con los siguientes objetivos:

(1) Tratar de acelerar el proceso de colonización natural de una especie "diana" predominante, mediante transplante de plántulas producidas en vivero, convenientemente micorrizadas. Se pretende investigar el impacto de tales desarrollos biotecnológicos (revegetación con plantas micorrizadas) en la restauración de propiedades físico-químicas y biológicas del suelo.

(2) Intentar promover la restauración (diversidad y cobertura) de comunidades de especies de plantas en interacción con la restauración (diversidad y actividad) de las poblaciones naturales de hongos micorrícicos en la rizosfera de las mismas. Así mismo, se pretende la restauración de las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, que definen su calidad.

(3) Realizar una prospección de la diversidad natural de hongos micorrícicos en las "islas de fertilidad y de recursos" que se crean en las rizosfera de especies de plantas "diana", representativas de los diversos ecosistemas mediterráneos (desde Cataluña a Andalucía) y explotarla para la obtención de un inoculante micorrícico (mezcla de ecotipos de hongos) de uso generalizado.

Descripción de algunos ensayos modelo

Grupo de experimentos #1

Los ensayos (Herrera, Salamanca y Barea, 1993) se desarrollaron en una zona muy degradada de la vertiente Sur de Sierra Nevada, Lanjarón, Granada. Se realizaron plantaciones con seis especies de leguminosas leñosas, dos pertenecientes a la sucesión natural (*Anthyllis cytisoides* y *Spartium junceum*) y cuatro exóticas (*Robinia pseudoacacia, Medicago arborea, Acacia caven* y *Prosopis chilensis*). Las plántulas producidas en vivero se inocularon con ecotipos de hongos micorrícicos aislados de la zona de estudio. Los resultados indicaron que solo las leguminosas pertenecientes a la sucesión natural se establecieron y que la micorrización dirigida favoreció el establecimiento, supervivencia de las plantas, así como la producción de biomasa.

Grupo de experimentos #2

En estos experimentos (Requena et al., 2001) se demuestran los beneficios a "largo plazo" de la inoculación de una leguminosa leñosa, *Anthyllis cytisoides* L., inoculada con hongos micorrícicos seleccionados. Se trataba de investigar el efecto de la micorrización dirigida sobre el establecimiento y desarrollo de las plantas, así como sobre la restauración de propiedades fundamentales de la calidad del suelo.

Los experimentos se llevaron a cabo en una zona representativa, dentro de un ecosistema semiárido degradado con riesgo de desertificación, localizado en la Sierra de los Filabres (Almería), sitio de Rambla Honda. La vegetación existente, un albaidar muy degradado con albaida, *Anthyllis cytisoides*, como especie dominante, planta bastante tolerante a la sequía y capaz de formar simbiosis en sus raíces con bacterias del género *Rhizobium* (denominación genérica de los diferentes géneros ahora reconocidos y que antes se agrupaban bajo tal denominación) y con hongos micorrícicos. Las variables experimentales ensayadas fueron la aplicación de un inóculo micorrícico producido con el hongo alóctono *Glomus deserticola*, o bien con una mezcla de inóculos obtenidos con todos y cada uno de los 6 taxa de hongos autóctonos presentes naturalmente en rizosfera de albaida en el ecosistema en estudio, como se demostró en un estudio de diversidad previo.

La supervivencia de las plantas fue de un 85 % para las micorrizadas y de un 65% para las no inoculadas (aunque, obviamente, estas se micorrizaron durante su desarrollo en campo). A los 5 años después del trasplante, la micorrización benefició significativamente el desarrollo de las plantas. Es evidente que la inoculación con el hongo de colección *G. deserticola* fue el tratamiento que fue inicialmente más efectivo, sin embargo, a partir del tercer año de plantación, comenzó a destacar el efecto del inóculo confeccionado con hongos nativos. Son de destacar los efectos producidos por la inoculación micorrícica durante 5 años después del trasplante, en lo referente a propiedades físico-químicas y biológicas del suelo. Esos datos indican una autentica restauración de atributos de calidad del suelo tales como el estado de agregación, contenido en N y materia orgánica, como consecuencia del establecimiento de plantas convenientemente inoculadas. Así mismo, los resultados ponen de manifiesto que la efectividad inicial de la inoculación con hongos MA de colección es superada por los efectos de la mezcla de hongos nativos a medida que transcurre el proceso de restauración. Estas conclusiones corroboran la importancia de utilizar hongos propios del ecosistema, confeccionando inóculos mixtos, en una proporción que simule la diversidad natural, lo que da lugar a un incremento en el tamaño de las poblaciones naturalmente existentes.

Grupo de experimentos #3

En los últimos años se han diseñado diversos ensayos, actualmente en ejecución, con el Objetivo general de intentar promover la restauración (diversidad y cobertura) de comunidades de especies de plantas en interacción con la restauración (diversidad y actividad) de las poblaciones naturales de hongos micorrícicos en la rizosfera de las plantas. Dado que la degradación de la cubierta vegetal lleva asociada la degradación de la calidad del suelo, los estudios implican la prospección de diversos parámetros indicadores de tal calidad, y su evolución a lo largo del proceso de restauración.

Concretamente, se está analizando la diversidad de ecosimbiontes (plantas y hongos micorrícicos de la sucesión natural) en comunidades vegetales degradadas del Parque Natural "Sierra de Baza", Granada, como base de un programa de revegetación orientado a restaurar, de forma racional y sostenible, la diversidad y abundancia de especies de plantas y sus micorrizas, así como la calidad del suelo. Con tal fin, se han seleccionado unas zonas del Parque en donde prosperan especies y comunidades, con predominio plantas autóctonas y endémicas, arbustivas y subarbustivas, y también importantes endemismos de herbáceas, todas ellas componente clave de ecosistemas mediterráneos. En tales zonas se han definido "areas-piloto" en las cuales estas especies, representadas por un número sub-óptimo de individuos, no proporcionan una cobertura vegetal "ideal". Se seleccionan igualmente parcelas colindantes con cobertura y diversidad de especies "óptima" (controles positivos de referencia). En todos y cada uno de los casos hay dos zonas de muestreo: suelo asociado a las raíces (llamado, aunque estrictamente no lo es "rizosférico"), y suelo alejado de las mismas (con la misma salvedad, "no rizosférico").

Las series de degradación de la vegetación autóctona correspondiente a las que pertenecen las especies que se han seleccionado para el presente estudio son las siguientes: **Encinar Meso-mediterráneo** (Retamal, Romeral, Tomillar); **Aceral** (Espinal, Salviar); y ciertos **Endemismos dolomitícolas** (Tomillar dolomitícola).

La propuesta se basa en el uso de técnicas innovadoras que permitan explorar la diversidad de hongos micorrícicos y optimizar el potencial de dichos microorganismos en las áreas piloto seleccionadas. Para ello, se comenzó con el aislamiento, caracterización (molecular) y selección de hongos. Una vez producidos los inóculos de los hongos micorrícicos seleccionados, se preparará un inoculante formado por un consorcio de hongos y se procederá a la micorrización dirigida de plántulas correspondientes a las diferentes especies, cuya densidad se pretende incrementar. Este es el punto de partida para promover un proceso natural orientado *a restaurar, de forma racional y sostenible, la diversidad y abundancia de especies de `plantas y hongos del matorral, así como la calidad del suelo.*

Estos ensayos están produciendo una información extensa e intensa, que se está enriqueciendo y procesando actualmente, en la que se está confirmando una clara tendencia, generalizable a todas las especies y comunidades, del potencial micorrícico en muestras de suelo correspondientes a todas las variables experimentales ensayadas. Considerando que las tres variables de respuesta fundamentales para evaluar la diversidad y abundancia de propágulos de la micorriza, es decir, el potencial micorrícico un suelo, son "número total de esporas" (por una cantidad dada de suelo, "número más probable de propágulos capaces de generar la micorriza" y "número de ecotipos de hongos diferentes", se puede concluir como sigue. La diversidad y potencial micorrícico es superior en suelo "rizosférico" en parcelas bien conservadas > suelo "no rizosférico" en parcelas bien conservadas >/= suelo "rizosférico" en parcelas degradadas > suelo "no rizosférico" en parcelas degradadas.

Grupo de experimentos #4

Se trata de un proyecto típico de I+D+I, en el que se pretende un desarrollo tecnológico que permita la transferencia de tecnología a las Empresas del Sector. Los objetivos de estos ensayos son los siguientes: (1) mejorar la calidad de la producción en vivero de plantas autóctonas, a las cuales se haya provisto de los hongos micorrícicos adecuados y, consecuentemente, de un estado fisiológico que les capacite para resistir mejor las condiciones de estrés ambiental propias de los ecosistemas mediterráneos amenazados de desertificación; (2) utilizar los avances más recientes en eco-fisiología, bioquímica, biotecnología y biología molecular para la identificación, caracterización, "marcado" y "seguimiento" de hongos formadores de micorrizas; (3) desarrollar una metodología (que integre tratamientos físico-químicos, mecánicos y biológicos) para la adecuación del suelo y favorecer la implantación, así como garantizar el correcto funcionamiento posterior de la plantación y, como consecuencia, la restauración de un ecosistema degradado. Finalmente, se propone un sistema de producción de inóculos de micorrizas y que permita sentar las bases para abastecer demandas comerciales futuras. Como especies modelo, autóctonas de la Cuenca Mediterránea y adaptadas a ambientes semiáridos propensos a la desertificación, se propusieron *Olea europaea* subsp. *sylvestris* (acebuche), *Pistacia lentiscus* (lentisco), *Rhamnus lycioides* (espino) y *Retama sphaerocarpa* (retama). Los experimentos de prospección se hicieron en las provincias de Alicante (REDMED) y Murcia (CYCIT-FEDER). Las plantaciones (CYCIT-FEDER) se desarrollan en el sitio de El Picarcho, Murcia, de donde proceden los hongos micorrícicos que se están ensayando. Los resultados (en fase de publicación) demuestran un efecto beneficioso muy significativo de la micorrización, incrementado por la adición de residuos sólidos compostados, sobre el desarrollo y estado nutricional de los trasplantes.

Grupo de experimentos #5

Se pretende llevar a cabo una prospección de la diversidad natural de hongos micorrícicos en las "islas de fertilidad y de recursos" que se crean en las rizosfera de especies de plantas "diana", representativas de los diversos ecosistemas mediterráneos, incluyendo zonas numerosas, diversas y distantes áreas de muestreo, desde Cataluña a Andalucía. Se pretende, en primer lugar, confirmar unas observaciones previas en cuanto a que en los ecosistemas mediterráneos ibéricos, aparentemente, se han seleccionado solamente unos 5-6 eco-tipos de hongos micorrícicos. Posteriormente, se propone explotar dicha diversidad natural para la obtención de un inoculante (mezcla de hongos eco-simbiontes) y poder proponer su uso generalizado, como inoculante "universal" de elección en Ambientes Mediterráneos. Las cuatro especies elegidas han sido *Olea europaea* subsp. *sylvestris* (acebuche), *Pistacia lentiscus* (lentisco), *Anthyllis cytisoides* (albaida) y *Retama sphaerocarpa* (retama). Concretamente, para cada una de especies seleccionadas se propone un ambicioso programa de muestreo en diversas áreas representativas del semiárido/árido, que incluyen todas las provincias entre las de Valencia y Málaga. Así mismo, a efectos comparativos, se seleccionan también algunas áreas del "mediterráneo sub-húmedo", en las de Cádiz y Huelva. La implantación de mosaicos de esas plantas "de elite", que podríamos considerar como "nodrizas" o "facilitadoras de la sucesión natural", será una fuente de inóculo para plantas de dicha sucesión

natural que prosperaran asociadas a las implantadas provistas de un consorcio de micro-ecosimbiontes optimizado. Los experimentos están aún en fase de diseño.

Referencias bibliográficas recomendadas

ALLEN, E. B.; ALLEN, M. F.; HELM, D. J.; TRAPPE, J. M.; MOLINA, R.; RINCON, E., 1995. Patterns and regulation of mycorrhizal plant and fungal diversity. En: *The Significance and Regulation of Soil Biodiversity*. 47-62. Eds. Collins, H. P; Robertson, G. P.; Klug, M. J. Patterns and regulation of mycorrhizal plant and fungal divesity. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

ALLEN, M. F., 1996. The ecology of arbuscular mycorrhizas: A look back into the 20th century and a peek into the 21st. *Mycol. Res.*, **100**, 769-782.

BAREA, J. M.; HONRUBIA, M., 1993. Micorrizas y revegetación. *Ecosistemas*, **4**, 46-47.

BAREA, J. M. ; JEFFRIES, P., 1995. Arbuscular mycorrhizas in sustainable soil-plant systems. En: *Mycorrhiza: Structure, Function, Molecular Biology and Biotechnology*. 521-559. Eds. Varma, A. ; Hock, B. Springer-Verlag, Heidelberg. BAREA, J. M. ; OLIVARES, J., 1998. Manejo de las propiedades biológicas del suelo. En: *Agricultura sostenible*. 173-193. Ed. R. Jiménez Díaz. Editorial Mundi Prensa, Madrid.

BAREA, J. M., 1997. Mycorrhiza/bacteria interactions on plant growth promotion. En: *Plant growth-promoting rhizobacteria, present status and future prospects*. 150-158. Eds. Ogoshi, A.; Kobayashi, L.; Homma, Y.,,Kodama, F.; Kondon, N. ; Akino, S. OCDE, Paris.

BAREA, J. M., 1998. Biología de la rizosfera. *Investigación y Ciencia (Scientific American)*, **256**, 74-81.

BAREA, J. M.; REQUENA, N. ; JIMENEZ, I., 1996. A revegetation strategy based on the management of arbuscular mycorrhizas, *Rhizobium* and rhizobacterias for the reclamation of desertified mediterranean shrubland ecosystems. En: *Cahier options méditerranéennes. vol 20. Mycorrhization of forest plants under arid and semi-arid conditions and desertification control in the mediterranean basin*. 75-86. Ed. Lasram, M.. CIHEAM, IAMZ, Zaragoza.

CARRERAS, J. A. 1992. El proyecto LUCDEME, estado actual de su desarrollo *Ecosistemas* **3**, 31-37.

CARRILLO-GARCÍA, A.; LEON DE LA LUZ, J. L.; BASHAN, Y.; BETHLENFALVAY, G. J., 1999. Nurse plants, mycorrhizae, and plant establishment in a disturbed area of the Sonoran Desert. *Restoration Ecology*, **7**, 321-335.

CLAPP, J. P.; YOUNG, J. P. W.; MERRYWEATHER, J. W. ; FITTER, A. H., 1995. Diversity of fungal simbionts in arbuscular mycorrhizas from a natural community. *New Phytol*, **130**, 259-265.

DANIELL, T. J.; HUSBAND, R.; FITTER, A.H. ; YOUNG, J. P. W., 2001. Molecular diversity of arbuscular mycorrhizal fungi colonising arable crops. *FEMS Microbiol. Ecol.*, **36**, 203-209.

ELSAS VAN, J. D.; TREVORS, J. T. ; WELLINGTON, E. M. H., 1997., *Modern Soil Microbiology*. Marcel Dekker, New York.

FERROL, N., BAREA, J. M. ; AZCÓN-AGUILAR, C., 2000. The plasma membrane H^+-ATPase genes family in the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. *Current Genetics.*, **37**, 112-118.

GRIME, J. P.; MACKEY, J. M. L.; HILLIER, S. H. ; READ, D. J., 1987. Floristic diversity in a model system using experimental microcosms. *Nature*, **328**, 420-422.

HEJIDEN VAN DER, M. G. A.; BOLLER, T.; WIEMKEN, A. ; SANDERS, I. R., 1998a. Different arbuscular mycorrhizal fungal species are potential determinants of plant community structure. *Ecology,* **79,** 2082-2091.

HEJIDEN VAN DER, M. G. A.; KLIRONOMOS, J. N.; URSIC, M.; MOUTOGLIS, P.; STREITWOLF-ENGEL, R.; BOLLER, T.; WIEMKEN, A. ; SANDERS, E. R., 1998b. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature,* **396**, 69-72.

HELGASON, T; DANIELL, T. J.; HUSBAND, R.; FITTER, A. H.; YOUNG, J. P. W., 1998. Ploughing up the wood-wide web? *Nature,* **394,** 431.

HERRERA, M. A.; SALAMANCA, C. P. ; BAREA, J. M., 1993. Inoculation of woody legumes with selected arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia to recover desertified mediterranean ecosystems. *Appl. Environ. Microbiol.,* **59,** 129-133.

JEFFRIES, P. ; BAREA, J. M., 1994. Biogeochemical cycling and arbuscular mycorrhizas in the sustainability of plant soil systems. En: *Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems*101-115. Eds. Gianinazzi, S. ; Schüepp, H. Birkhäuser Verlag, Basel.

JEFFRIES, P. ; BAREA, J. M., 2001. Arbuscular Mycorrhiza – a key component of sustainable plant-soil ecosystems. En: *The Mycota. Vol. IX. Fungal Associations* 95-113. Ed. B. Hock. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

KENNEDY, A. C. ; SMITH, K. L., 1995. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. *Plant Soil,* **170,** 75-86.

KJOLLER, R. ; ROSENDAHL, S., 2000. Detection of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomales) in roots by nested PCR and SSCP (single stranded conformation polymorphism). *Plant Soil,* **226,** 189-196.

LÓPEZ-BERMÚDEZ, F. ; ALBALADEJO, J., 1990. Factores ambientales de la degradación del suelo en el area mediterranea. En: *Degradation and rehabilitation of soil in mediterranean environmental conditions.* 15-45. Eds. Albaladejo, J., Stocking, M. A. ; Díaz, E. CSIC, Murcia.

LÓPEZ-BERMÚDEZ, F., 1996. La degradación de tierras en ambientes áridos y semiáridos. Causas y consecuencias. En: *Erosión y Recuperación de Tierras en Areas Marginales.* 51-78. Lasanta, T. ; Martínez, M. J. Inst. Est. Riojanos. Soc. Española de Geomorfología, Logroño.

MILLER R. M. ; JASTROW, J.D., 2000. Mycorrhizal fungi influence soil structure. En: *Arbuscular mycorrhizas: physiology and function.* .3-18. Eds. Kapulnik, Y.; Douds, Jr. D. D. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

MONTALVO, J., 1992., Interpretación ecológica de la erosión y desertificación. *Ecosistemas,* **3,** 14-17.

PUIGDEFÁBREGAS, J., 1994. Desertificación: una perspectiva sobre la cuenca mediterranea. *Fronteras de la Ciencia y Tecnología,* CSIC. **3,** 15-19.

REQUENA, N., 1996. *Exploración de la biodiversidad microbiana (hongos de la micorriza arbuscular-Rhizobium-Rizobacterias) en un ecosistema mediterráneo desertificado, dirigida a una estrategia de revegetación.* Tesis Doctorales de la Universidad de Granada. Facultad de Ciencias (Sección de Biología).

REQUENA, N.; JEFFRIES, P. ; BAREA, J. M., 1996. Assessment of natural mycorrhizal potential in a desertified semi-arid ecosystem. *Appl. Environm. Microbiol.,* **62,** 842-847.

REQUENA, N.; JIMENEZ, I.; TORO, M. ; BAREA, J. M., 1997. Interactions between plant-growth- promoting rhizobacteria (PGPR), arbuscular mycorrhizal fungi and *Rhizobium* spp. in the rhizosphere of *Anthyllis cytisoides*, a model legume for revegetation in mediterranean semi-arid ecosystems. *New Phytol.* **136,** 667-677.

REQUENA, N.; PÉREZ-SOLÍS, E.; AZCÓN-AGUILAR, C.; JEFFRIES, P. Y BAREA, J. M., 2001. Management of indigenous plant-microbe symbioses aids restoration of desertified ecosystems. *Appl. Environ. Microbiol.,* **67,** 495-498.

RUBIO, J. L. ; CALVO, A., 1996. Soil Degradation and Desertification in Mediterranean Environments. Geoforma Ediciones, Logroño.

SCHÜBLER, A.; GEHRIG, H.; SCHWARZOTT, D. ; WALKER, C., 2001. Analysis of partial Glomales SSU rRNA gene sequences: implications for primer design and phylogeny. Mycol. Res., **105,** 5-15.

SMITH, S. E. ; READ, D. J., 1997. Mycorrhizal Symbiosis. 605 pp. Academic Press, San Diego.

TUNINEN VAN, D.; JACQUOT, E.; ZHAO, B.; GOLLOTTE, A.; GIANINAZZI-PEARSON, V., 1998. Characterization of root colonization profiles by a microcosm community of arbuscular mycorrhizal fungi using 25S rDNA-targeted nested PCR. *Mol. Ecol.,***7,** 879-887.

VAL DEL C.; BAREA, J. M., ; AZCÓN-AGUILAR, C., 1999. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungus populations in heavy-metal-contaminated soils. *Appl. Environm. Microbiol.,* **65,** 718-723.

VALORACIÓN AGRONÓMICA DE SIETE POBLACIONES DE *BITUMINARIA BITUMINOSA*: EFECTO DE LA SEQUÍA ESTIVAL Y SIEGA SOBRE SU PERSISTENCIA Y PRODUCCIÓN DE HOJA

E. Correal,[1] I. Moñino,[1] P. Méndez[2] y S. Rios[3]

[1] Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDA). Finca Sericícola. E-30150 La Alberca. Murcia (España). [2] Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA). Apdo 60. E-38200 La Laguna. Tenerife (España). [3] Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO). Universidad de Alicante. Apdo 99. E-03080 Alicante (España).

Resumen

Durante el primer año de cultivo de *Bituminaria bituminosa*, se comparó la producción de 7 poblaciones. Las de origen peninsular fueron en conjunto más productivas, pero algunas presentaron elevada mortandad por enfermedades de cuello. Llano del Beal fue la más interesante por su elevada producción, baja mortalidad y buen comportamiento frente a sequía. La var. *albomarginata*, de origen canario y porte rastrero, presenta elevada relación hoja/tallo, excelente tolerancia a sequía, y buena producción forrajera a finales del verano. El cv.Tenerife, de origen canario, presenta la mejor combinación de atributos favorables: buena producción de biomasa y relación H/T, baja mortalidad, cierta tolerancia a sequía estival, y gran vigor en las primeras semanas de crecimiento.

Palabras clave: *B. bituminosa*, persistencia, tolerancia sequía, relación hoja/tallo.

Introducción

Bituminaria bituminosa es una especie de interés forrajero en el archipiélago canario, donde tradicionalmente es segada y henificada para alimentar cabras de leche (Méndez, 2000; Méndez y Fernández, 1990; Ventura *et al*, 2000). Esta especie se encuentra en estado silvestre en la mayor parte de los países que rodean al mar Mediterráneo (Muñoz y Correal, 1998), pero está considerada como una leguminosa de bajo interés forrajero porque contiene cumarinas que reducen su palatabilidad (Méndez *et al*, 2001); no obstante, en Galilea (Israel) se ha evaluado favorablemente su aportación forrajera bajo pastoreo (Gutman, et al, 2000), pues aunque el ganado vacuno no la consume en otoño-invierno, la pastorea intensamente a finales de primavera, cuando otras especies más palatables ya han desaparecido.

En un trabajo previo realizado en el CIDA-Murcia (Muñoz *et al*, 2000) se caracterizaron por parámetros morfológicos y técnicas moleculares, 17 poblaciones de *B. bituminosa*, de las que se preseleccionaron siete, objeto del presente trabajo. Actualmente se está desarrollando un nuevo proyecto sobre *B. bituminosa*, en el que intervienen equipos del CITA-Tenerife, CIBIO-Univ. Alicante y CIDA-Murcia, uno de cuyos objetivos es evaluar el comportamiento agronómico de poblaciones peninsulares y canarias. A continuación presentamos un avance del efecto de la sequía estival y siega sobre la producción y persistencia de siete poblaciones preseleccionadas.

Material y Métodos

Material vegetal

7 poblaciones preseleccionadas: 3 de las Islas Canarias (cv.Tenerife, var. *albomarginata* de Lanzarote, y var. *crassiuscula* de las Cañadas del Teide) y 4 del sureste peninsular (3 de Murcia –La Alberquilla, La Perdiz, Llano del Beal– y 1 de Málaga –Mijas–).

Métodos

Ensayo agronómico

Localización: parcela de 1.000 m^2 en finca experimental del CIDA en La Alberca; se labró en la primavera del 2001, incorporando 50 kg de superfosfato y 50 kg de nitrato potásico como abonado de fondo.

Siembra y trasplante: septiembre 2001, en bandejas de semillero, 7 poblaciones preseleccionadas; se mantuvieron 4 semanas en cámara climática, y 4 semanas en invernadero hasta su trasplante a primeros de noviembre.

Dispositivo del ensayo: 2 tratamientos (secano, regadío); 4 bloques/tto; 7 filas/bloque (una fila/población), 15 plantas/fila, marco de plantación 1m x 1m (1m entre filas y plantas); número total de plantas 2T x 4B x 7F x 15 pl/F = 840 pl (120 pl/población).

El riego se dio mediante líneas de goteros espaciados a un metro en las líneas, uno en cada planta. La frecuencia de riego fue de una vez por semana en los meses de invierno, y dos en otoño, primavera y verano (salvo en los períodos húmedos), a razón de 4 l/m^2 en cada gotero y riego.

Lluvias: durante el año agronómico en que se evaluaron las poblaciones (octubre 2001-septiembre 2002), se registraron 415 mm (media 320 mm), distribuidos estacionalmente en: otoño 179 mm, invierno, 65 mm, primavera 132 mm y verano 39 mm.

El 28 de Mayo se segaron dos bloques de cada tratamiento y el 6 de Septiembre los otros dos. En cada línea se submuestrearon 3 plantas, 2 para análisis de valor nutritivo y 1 para análisis morfológico. Se midió el peso verde y seco de la parte aérea en 3 plantas/población/bloque (3 x 7 x 4 x 2 = 168) y la relación hoja/tallo y producción de hojas en 1 planta/población/bloque (1 x 7 x 4 x 2 = 56). Las plantas analizadas en cada línea (3 de 15) se eligieron de forma representativa respecto al total de la línea.

El 21 de Octubre del 2002 se determinó el número y porcentaje de plantas muertas en cada una de las 7 poblaciones, bloques (4) y tratamientos (secano y regadío).

Jóvenes plántulas

En Enero del 2002 se cultivaron en maceta seis de las poblaciones preseleccionadas (cv.Tenerife, var. *crassiuscula* y var. *albomarginata*, de origen canario, y Llano del Beal, Mijas y La Perdiz, de origen peninsular) con objeto de comparar su crecimiento al cabo de cinco semanas, midiéndose su biomasa aérea y radicular, y su altura en cuatro repeticiones por población.

Análisis estadístico: los datos fueron procesados con el programa Stat Graphics Plus Ver.2.1, sometiéndose a un análisis de la varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas entre poblaciones y tratamientos.

Resultados y discusión

Ensayo agronómico con siete poblaciones preseleccionadas

Persistencia: porcentaje de plantas muertas después del verano (Octubre 2002):

El tratamiento regadío tuvo un efecto significativo sobre el porcentaje de plantas muertas, que fue tres veces superior en las poblaciones evaluadas en secano (23,1 % en secano y 7,8 % en rega-

dio, tabla 1). En ambos tratamientos, el cv.Tenerife dio un porcentaje de mortalidad cero y la var. *albomarginata* entre 0-1,7 %. Llano del Beal tuvo un 10 % de mortalidad en secano y regadío. Para el resto de poblaciones, el tratamiento regadío tuvo un efecto positivo sobre su persistencia, con una mortalidad entre 20-61,7 % en secano, y entre 5-16,7 % en regadío. Mijas (Málaga) y La Alberquilla (Moratalla, Murcia) fueron las poblaciones con mayor porcentaje de plantas muertas.

Tabla 1: Porcentaje (%) de plantas muertas el 21 de Octubre del 2002.

Población	secano	regadío	sec. + reg.
var. *albomarginata*	0,0 a	1,7 ab	0,8 a
cv. Tenerife	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Llano del Beal	10,0 ab	10,0 bcd	10,0 ab
La Perdiz	20,0 bc	5,0 abc	12,5 abc
var. *crassiuscula*	31,7 c	10,0 bcd	20,8 bc
Mijas	38,3 c	16,7 d	27,5 cd
La Alberquilla	61,7 d	11,7 cd	36,7 d
Totales	23,1 A	7,8 B	15,5

Poblaciones con letras distintas difieren significativamente (95% LSD).

La lluvia registrada durante el año de evaluación (415 mm) fue semejante o superior a la lluvia media del hábitat de donde proceden las poblaciones evaluadas, por lo que la elevada mortalidad observada en cuatro de las poblaciones (20-61,7 %) no parece se deba a un déficit de humedad; por el contrario, hubo períodos húmedos en los que se encharcó el suelo, lo que sí pudo afectar a las plantas que mostraron síntomas de necrosis en la zona de contacto de sus tallos con el suelo; por tanto, la elevada mortandad de algunas poblaciones, pudo deberse a una mayor sensibilidad al ataque de hongos del cuello (*Pythium* sp, *Rhizoctonia* sp, etc.), muy frecuentes en el suelo donde se realizó el ensayo. La buena persistencia de las poblaciones cv.Tenerife y var. *albomarginata* indica una buena tolerancia a factores de cultivo (siega, sequía enfermedades, etc).

Producción de biomasa: siega 30 mayo 2002; período floración-fructificación:

Las poblaciones más productivas fueron Llano del Beal, Mijas y cv.Tenerife y las de menor producción, las var. *crassiuscula* y *albomarginata* (tabla 2). En conjunto, las producciones en secano fueron significativamente superiores a las obtenidas en regadío, resultado contradictorio que pudo deberse en parte a que con el tratamiento regadío se favoreciera el desarrollo de enfermedades como la citada podredumbre de cuello.

Analizando la proporción hoja/tallo de la biomasa aérea (tabla 3), la var. *albomarginata*, de porte rastrero, es con gran diferencia, la que presenta un mayor valor (H/T > 3), seguida del cv. Tene-

Tabla 2: Producción de biomasa aérea en gramos de materia seca por planta (gMS/planta) de las poblaciones de *B. bituminosa* segadas el 30 mayo 2002.

Población	sec. + reg.	secano	regadío
var. *crassiuscula*	189,7 a	188,7 a	190,7 bc
var. *albomarginata*	192,7 a	227,6 ab	157,7 ab
La Perdiz	227,0 ab	302,2 bc	151,7 ab
La Alberquilla	247,9 abc	364,7 cd	131,0 a
cv. Tenerife	292,9 bc	333,2 bc	252,6 d
Mijas	316,0 c	402,2 cd	229,8 cd
Llano del Beal	412,7 d	461,4 d	363,9 e
Totales	268,4	325,7 B	211,1 A

Poblaciones con letras distintas difieren significativamente (95% LSD).

Tabla 3: Relación hoja/tallo (H/T) y contenido en materia seca (% MS) de la biomasa aérea de las poblaciones de *B. bituminosa* segadas el 30 mayo 2002.

Población	sec. + reg.	secano	regadío	% MS
La Alberquilla	0,67 a	0,73 a	0,63 a	36,5 e
La Perdiz	0,88 a	1,02 a	0,77 ab	35,6 cd
Llano del Beal	0,99 a	1,15 a	0,78 ab	31,8 bc
Mijas	1,11 ab	1,24 a	1,01 b	30,5 b
var. *crassiuscula*	1,15 ab	1,22 a	1,07 b	30,3 b
cv. Tenerife	1,60 b	1,63 a	1,58 c	34,7 de
var. *albomarginata*	3,18 c	3,94 b	2,43 d	26,2 a
Totales	1,33	1,55 A	1,14 A	32,0

Poblaciones con letras distintas difieren significativamente (95% LSD).

rife (H/T = 1,6) y la var. *crassiuscula* (H/T = 1,2), las tres de origen canario (tabla 3). Las poblaciones peninsulares presentan menor proporción de hojas (H/T < 1,2), siendo La Alberquilla, de hoja pequeña, la de relación hoja/tallo más baja (H/T = 0,7), lo que explica su elevado contenido en materia seca, formada mayoritariamente por tallos en la época en que se segaron las plantas.

La baja relación hoja/tallo encontrada en la mayoría de las poblaciones evaluadas, se debió en parte a que a finales de mayo, las plantas segadas estaban en fase reproductiva, habiendo emitido sus tallos floríferos –especialmente largos en las poblaciones peninsulares–, y a que parte de sus hojas se habían agostado.

Las poblaciones peninsulares presentaron mayor producción que las canarias, a excepción del cv.Tenerife; por el contrario, las poblaciones canarias mantuvieron una mayor relación hoja/tallo, lo que las hace más interesantes desde el punto de vista forrajero.

Producción de biomasa: siega 6 septiembre 2002; caída hojas y frutos; agostamiento:

Después de los meses secos de verano, las producciones se redujeron un 50 % como consecuencia del agostamiento de las plantas (contenido medio en materia seca 53,7 %), con caída de hojas en la mayoría de las poblaciones (tabla 4). Las poblaciones canarias mantuvieron mayor porcentaje de hojas que las peninsulares, destacando la var. *albomarginata*, con casi un 60 % de hoja, seguida de otras dos poblaciones canarias, cv.Tenerife (15,5 %) y var.*crassiuscula* (10,9 %).

De todas las poblaciones, Llano del Beal fue la que mantuvo mayor producción de biomasa (el doble que la media general), pero su porcentaje de hoja (5,4%) fue muy inferior al observado en las poblaciones canarias.

Tabla 4: Producción de biomasa aérea (gPS) y hojas (gHS) en gramos de materia seca por planta (gMS/planta) y porcentaje de hoja (% H/PS) y materia seca (% MS) en la biomasa aérea de las poblaciones de *B. bituminosa* segadas el 6 sept. 2002.

Población	gPS	gHS	% H/PS	% MS
var. *crassiuscula*	80,4 a	9,5 abc	10,9 bc	57,0 bc
La Alberquilla	102,5 a	0,7 a	0,8 a	56,5 bc
La Perdiz	108,9 a	2,0 a	2,4 a	60,9 c
Mijas	109,0 a	3,0 ab	3,3 a	61,1 c
cv. Tenerife	117,2 a	16,6 c	15,5 c	50,6 b
var. *albomarginata*	134,4 a	70,8 d	57,8 d	37,4 a
Llano del Beal	274,7 b	15,2 bc	5,4 ab	52,5 b
Totales	132,5	16,8	13,7	53,7

Poblaciones con letras distintas difieren significativamente (95% LSD).

El tratamiento agua (secano, regadío) no tuvo efecto significativo sobre los parámetros evaluados, a excepción del contenido en materia seca, que fue algo inferior en el caso de las plantas regadas (50,7 % en regadío versus 56,7 % en secano).

Crecimiento comparado de jóvenes plántulas

El cv.Tenerife superó significativamente a las demás poblaciones en producción (2-3 veces más que las poblaciones peninsulares), altura (2 veces más que las peninsulares) y relación biomasa aérea/radicular (>3 cuando la media fué de 2) (tabla 5). La var. *crassiuscula*, también destacó por su mayor producción y altura. Las poblaciones canarias tienen semillas de mayor peso que las peninsulares (tabla 5), lo que podría explicar en parte su mayor vigor inicial.

Tabla 5: Crecimiento comparado de jóvenes plántulas de 6 poblaciones de *B. bituminosa;* biomasa aérea (BA) en mgMS/pl; altura (H) en cm; biomasa raíces (BR) en mgMS/pl; relación BA/BR; peso medio de frutos (mg/fruto).

Población	mgBA	cmH	mgBR	BA/BR	mg/fr
La Perdiz	67,8 a	4,3 a	34,2 a	2,0	21,9 b
Llano del Beal	81,7 ab	6,5 b	35,6 a	2,3	13,4 a
Mijas	90,0 b	6,8 b	40,9 ab	2,2	22,7 b
var. *albomarginata*	90,8 b	7,3 b	18,7 ab	1,9	26,6 c
var. *crassiuscula*	112,8 c	8,8 c	55,0 c	2,0	30,7 d
cv. Tenerife	180,8 d	12,5 d	56,6 c	3,2	28,9 cd

Poblaciones con letras distintas difieren significativamente (95% LSD).

Conclusiones

El cv.Tenerife y la var. *albomarginata*, con porcentajes próximos al 100 %, fueron las poblaciones preseleccionadas más persistentes. El cv. Tenerife presenta buena producción y proporción de hoja en primavera (H/T 1,6), y mantiene parte de sus hojas en verano (15,5 %). La var. *albomarginata* presenta la mayor relación hoja/tallo (H/T >3) de todas las poblaciones, en parte debido a su porte rastrero, y en parte a su elevada tolerancia a la sequía (al final del verano, 57,8 % de su biomasa eran hojas).

Llano del Beal fué la población con mayor producción, tanto en secano como en regadío, y de las peninsulares, fué la de menor mortalidad (10 %), y la que mantuvo más hoja a final del verano (5,4 %).

El resto de poblaciones evaluadas (La Alberquilla, Mijas, La Perdiz y var. *crassiuscula*) presentan limitaciones para su selección, como elevada mortalidad (muy alta en La Alberquilla), baja relación hoja/tallo (La Alberquilla y La Perdiz) y mala tolerancia a sequía estival (La Alberquilla, Mijas y La Perdiz).

Agradecimientos

Al Instituto Nacional de Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) por la financiación del Proyecto RTA01-026-C3-2.

Referencias Bibliográficas

GUTMAN, M.; PEREVOLOTSKY, A.; STERNBERG, M. 2000. Grazing effects on a perennial legume, *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton, in a mediterranean rangeland. *Cahiers Options Méditerranéennes*, Vol.**45**: 299-303.

MÉNDEZ, P. 2000. El heno de tedera (*Bituminaria bituminosa*); un forraje apetecible para el caprino. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 411-414.

MÉNDEZ, P.; FERNÁNDEZ, M.; 1990. Interés forrajero de las variedades de *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton ("tedera") de Canarias. *Actas de la XXX Reunión Científica de la SEEP*, Donostia, 264-270.

MÉNDEZ, P., DÍAZ, E. & RIVERO, R. 2001. Contenido en cumarinas del forraje verde de tedera (*Bituminaria bituminosa*). Stirton (Leguminosae) en el archipiélago canario. *Actas XLI Reunión Científica de la SEEP*, Alicante, 335-339.

MUÑOZ, A.; CORREAL, E. 1998. *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton, leguminosa de interés forrajero en la Cuenca Mediterránea: I. Situación taxonómica, distribución y autoecología. *Actas XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*, Soria, 87-91.

MUÑOZ, A.; ORTIZ-DORDA, J.; CORREAL, E. 2000. Morphological and molecular characterization of *Bituminaria bituminosa* accessions from south-east Spain and the canary islands. *Cahiers Options Méditerranéennes*. Vol.**45**:103-107.

VENTURA,M.; MENDEZ,P.; FLORES, M.P.; RODRIGUEZ,R.; CASTAÑON, J.J.R. 2000. Energy and protein content of tedera (*Bituminaria bituminosa*). *Cahiers Options Méditerranéennes*, Vol.**45**: 219-221.

AGRONOMIC EVALUATION OF *BITUMINARIA BITUMINOSA* SPANISH POPULATIONS: EFECT OF SUMMER DROUGHT AND CUTTING ON ITS PERSISTANCE AND LEAF PRODUCTION

SUMMARY

7 spanish accessions of *Bituminaria bituminosa* were compared during the first year of cultivation; peninsular accessions were more productive than those of Canary Islands, but more susceptible to fungal diseases afecting survival; on the contrary, canarian accessions had better drought tolerance and higher leaf/shoot ratio. Most accessions presented upright growth habit, suitable for cutting and hay making; however, one presented a prostrate growth habit, suitable for grazing.

Key words: *B.bituminosa*, persistence, drought tolerance, leaf /shoot ratio.

PRODUCCIÓN DE FRUTOS EN POBLACIONES CANARIAS E IBÉRICAS DE *BITUMINARIA BITUMINOSA (LEGUMINOSAE)*

A. Juan,[1] I. Moñino,[2] E. Correal,[2] M.B. Crespo[1] y B. Coca[1]

[1] Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO). Universidad de Alicante. Apartado 99. E-03080 Alicante. España. e-mail: ana.juan@ua.es.
[2] Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDA). Finca Sericícola. E-30150 La Alberca. Murcia.

Resumen

Se presenta un estudio comparativo sobre la producción de flores y frutos en *Bituminaria bituminosa* a partir de individuos de poblaciones ibéricas y canarias cultivadas en el CIDA (Murcia), pertenecientes a tres variedades (var. *bituminosa*, *albomarginata* y *crassiuscula*). De la var. *bituminosa*, se han estudiado individuos canarios y peninsulares que se han denominado "Tenerife" y "La Perdiz", respectivamente. Se realizaron dos tratamientos de polinización, consistentes en cubrir las inflorescencias para prevenir la acción de los polinizadores naturales ("polinización espontánea") y en dejar descubiertas dichas inflorescencias de modo que podían ser visitadas por aquellos ("polinización libre"). Los resultados indican que existen diferencias significativas en la producción de flores y de frutos por inflorescencia. Con la polinización libre, los valores mayores se obtuvieron en *albomarginata* y los menores en *crassiuscula*. Las tasas de fructificación fueron en todos los casos superiores al 90 %. En el caso de la polinización espontánea, se observaron algunas diferencias en las producciones de flores y frutos, siendo en este caso los menores valores los correspondientes a "Tenerife", con una tasa de fructificación del 23 %. En síntesis, los resultados apuntan a que todas las poblaciones se comportan de modo similar, pudiendo calificarse en su mayoría como xenógamas facultativas, a excepción de "Tenerife" que provisionalmente se ha considerado como autógama facultativa.

Palabras claves: Biología reproductiva, Tasas de fructificación, Península Ibérica, Canarias.

Introducción

Bituminaria bituminosa (L.) Stirt. (*Leguminosae*, *Psoraleae*) es una planta herbácea perenne de hábito hemicriptofítico a sufruticoso, con una distribución circunmediterránea, que se extiende hasta las islas oceánicas del Atlántico –Canarias, Azores y Madeira– (Stirton, 1981). En el archipiélago de Canarias, se reconocen dos táxones infraespecíficos (Méndez *et al.*, 1991): *B. bituminosa* var. *albomarginata* Méndez *et al.* –endémica de Lanzarote e islotes adyacentes– y *B. bituminosa* var. *crassiuscula* Méndez *et al.* –endémica de las cumbres del Teide–. Estas poblaciones quedan bien separadas morfológicamente de las restantes canarias y peninsulares, que corresponden a la variedad típica (Méndez *et al.*, 1991).

El notable interés de *B. bituminosa* s.l., por su valor forrajero, ha originado que sea objeto de trabajos e investigaciones acerca de su calidad forrajera (Seligman y Gutman, 1978; Méndez y Fernández, 1990; Muñoz y Correal, 1998; Méndez, 2000), resistencia al frío (Muñoz y Correal, 1999),

tasa fotosintética (Méndez et al., 2000), contenido en cumarinas (Méndez y Fernández, 1990, Méndez *et al.*, 2001) y micorrización (Jaizme-Vega *et al.*, 2001), entre otros. Sin embargo, no existen apenas trabajos sobre su capacidad reproductiva en medios naturales. En este sentido, Rodríguez-Riaño *et al.* (1999) ofrecieron diversos datos basados en algunos aspectos de su biología floral, a partir sólo de material procedente de Badajoz y Cáceres (var. *bituminosa*).

El presente trabajo es una primera aproximación de los estudios, que se están realizando en la actualidad, para conocer la biología reproductiva de este taxon. Estos estudios forman parte de un proyecto, con el que se pretende establecer las bases reproductivas de algunas de las poblaciones de *B. bituminosa*, para disponer de resultados aplicables a futuros trabajos de selección y mejora agronómica de esta planta.

Material y métodos

El material vegetal (inflorescencias y frutos), que se recogió durante el mes de junio de 2002, procede de diferentes poblaciones naturales de origen peninsular y canario que han sido cultivado en el CIDA (Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario) de Murcia. Se presenta el estudio de los táxones *Bituminaria bituminosa* var. *crassiuscula*, *B. bituminosa* var. *albomarginata* y *B. bituminosa var. bituminosa* de dos procedencias diferentes (Tenerife y La Perdiz). Cada una de ellas se denominará en adelante: Albomarginata, Crassiuscula, "Tenerife" y "La Perdiz". Las tres primeras son originarias de las islas Canarias, mientras que la última procede de una población peninsular localizada en Sierra Espuña (Murcia). La elección de estas poblaciones se basa en el hecho de que cada una de estas plantas presenta ciertas peculiaridades (e.g. perennidad, producción foliar, resistencia al frío, etc.), que las hacen aptas para ser utilizadas con fines forrajeros.

Para cada una de las variedades de *B. bituminosa* aquí estudiadas se eligieron al azar dos ejemplares cultivados. En cada uno de ellos, se marcaron inflorescencias que permanecían cerradas durante el mes de abril, siendo éstas sometidas a dos tratamientos diferentes, atendiendo a las indicaciones ofrecidas por Dafni (1992): (a) polinización libre, siendo las flores visitadas libremente por polinizadores; (b) polinización espontánea, siendo toda la planta cubierta mediante un armazón metálico con una tela blanca de gasa con el fin de evitar la visita de posibles polinizadores, de tal forma que los frutos formados hayan sido originados por la propia planta. En ambos casos, no se ha realizado ningún tipo de polinización forzada. Estos estudios se realizaron de forma separada, de tal forma que en cada ejemplar se ha llevado a cabo cada uno de los tratamientos antes descritos. El número de flores y frutos por inflorescencia de las diferentes poblaciones de *B. bituminosa* se ha contado en la época de fructificación.

Para cada inflorescencia (n = 20), se ha contabilizado el número de flores y frutos, tanto en el caso de polinización libre como de la polinización espontánea, así como el porcentaje de fructificación. En las variables estudiadas, el valor medio obtenido se acompaña del error estándar. Los estudios estadísticos presentados se llevaron a cabo mediante pruebas del análisis de la varianza (ANOVA), al ajustarse los datos a una distribución normal (Sokal y Rohlf, 1995). Además, a las comparaciones múltiples entre los grupos analizados se les ha aplicado la corrección de Bonferroni (Sokal y Rohlf, 1995). El programa utilizado para dichos cálculos ha sido SPSS v. 10 (1999).

Resultados y discusión

En la polinización libre, las poblaciones estudiadas de *B. bituminosa* producen una media de 17,7 ± 0,7 flores por inflorescencia (tabla 1), obteniéndose un valor medio mínimo de 12,1 ± 0,7 (Crassiuscula) y un valor medio máximo de 23,9 ± 1,5 (Albomarginata). Las diferencias observadas en las cuatro poblaciones han resultado ser significativas, a excepción de las poblaciones canarias "Tenerife" y Crassiuscula (tabla 2). De cada inflorescencia marcada se ha obtenido un promedio de 16,7 ± 0,7 frutos (tabla 1), correspondiendo el valor medio máximo (22,6 ± 1,5 frutos) a Albomarginata, y el valor medio mínimo a Crassiuscula (11,7 ± 0,7 frutos). Al comparar las poblacio-

nes entre sí (tabla 2), se observa que la población peninsular de La Perdiz presenta diferencias significativas con todas las variedades canarias Albomarginata y Crassiuscula, pero no con la correspondiente de "Tenerife", que aunque de origen canario, pertenece a la variedad típica, al igual que "Tenerife". Todas las poblaciones canarias han mostrado diferencias significativas entre sí, excepto Crassiuscula y "Tenerife".

Tabla 1: Valores medios de flores y frutos por inflorescencia de *Bituminaria bituminosa*, obtenidos con los tratamientos de polinización libre y espontánea. Se ofrecen la media, el error estándar (tamaño de la muestra: n=20).

	Polinización libre		Polinización espontánea	
Población	Nº de flores/infl.	Nº de frutos/infl.	Nº de flores/infl.	Nº de frutos/infl.
La Perdiz	19,8 ± 0,9	18,0 ± 1,0	14,5 ± 1,2	7,9 ± 0,8
Crassiuscula	12,1 ± 0,7	11,7 ± 0,7	12,8 ± 0,8	10,2 ± 0,7
Albomarginata	23,9 ± 1,5	22,6 ± 1,5	27,0 ± 1,2	17,8 ± 1,1
Tenerife	14,8 ± 0,8	14,5 ± 0,7	5,4 ± 0,6	1,6 ± 0,3
Total	*17,7 ± 0,7*	*16,7 ± 0,7*	*15,0 ± 1,0*	*9,4 ± 0,7*

Tabla 2: Valores estadísticos del número de flores y frutos por inflorescencia, obtenidos con el tratamiento de polinización libre (p. libre) y polinización espontánea (p. espont.).

		Nº de flores / infl.		Nº de frutos / infl.	
Poblaciones		*P. libre* $F_{[3,80]}=26,672$	*P. espont.* $F_{[3,80]}=82,082$	*P. libre* $F_{[3,80]}=19,815$	*P. espont.* $F_{[3,80]}=71,836$
La Perdiz	*Tenerife*	**	***	ns	***
	Albomarginata	**	***	**	***
	Crassiuscula	***	ns	***	ns
Tenerife	*Albomarginata*	***	***	***	***
	Crassiuscula	ns	***	ns	***
Albomarginata	*Crassiuscula*	***	***	***	***

*** p<0,001; ** p<0,05; ns=no significativo.

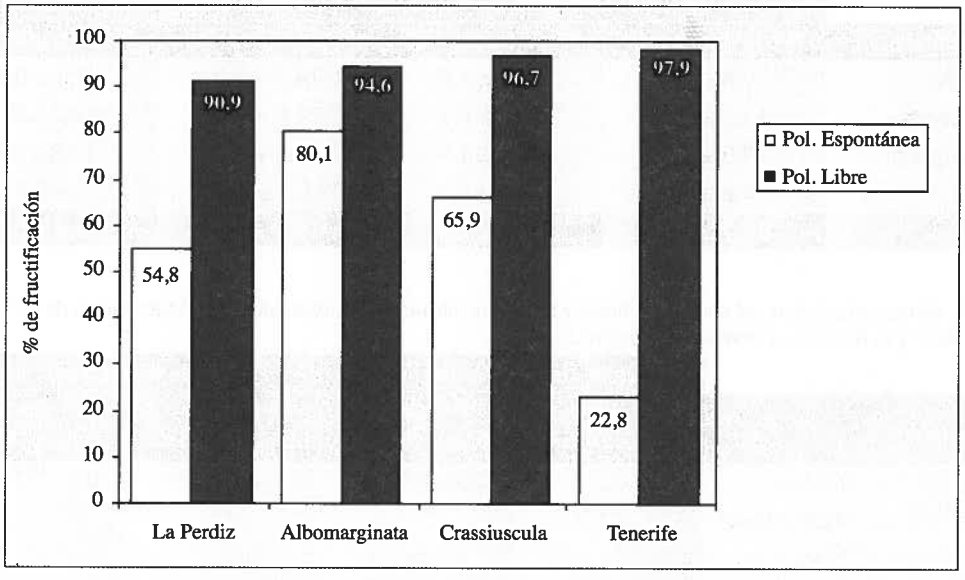
En la polinización espontánea (tabla 1), las poblaciones de *B. bituminosa* estudiadas produjeron una media de 15,0 ± 1,0 flores por inflorescencia, correspondiendo los valores más elevados a Albomarginata (27,0 ± 1,2 flores) y los menores a "Tenerife" (5,4 ± 0,6 flores). Para los frutos, el valor medio obtenido ha sido 9,4 ± 0,7 frutos, donde el valor medio máximo corresponde a Albomarginata (17,8 ± 1,1 frutos), mientras que el valor medio mínimo ha sido obtenido en "Tenerife", con tan solo 1,6 ± 0,3 frutos. En ambos casos, estas diferencias han resultado ser significativas, con la única excepción de La Perdiz y Crassiuscula, para las que el número de flores y de frutos obtenido no ha resultado ser significativamente diferente (tabla 2).

Las diferencias observadas en el número de flores por inflorescencia entre las dos formas de tratar a las flores en cada una de las poblaciones han resultado ser tan sólo significativas en el caso de "La Perdiz" ($F_{[1,40]}=12,072$, $p<0,001$) y "Tenerife" ($F_{[1,40]}=92,756$ $p<0,001$), siendo ambas de la variedad típica. Estas diferencias podrían deberse a que estas plantas son sensibles a las variaciones microclimáticas existente en el interior de los armazones utilizados para evitar la visita de los polinizadores.

Los resultados más relevantes se han observado tras comparar los porcentajes de fructificación obtenidos con los dos tratamientos (figura 1). En todos los casos, los valores de fructificación de la polinización libre han sido superiores al 90 %, siendo la población "Tenerife" la que presentan los valores cercanos al 100 % (97,9 %), mientras que los valores más bajos se han obtenido en

La Perdiz con un 90,9 %. Con el estudio de la polinización espontánea, se pone de manifiesto que la tasa de fructificación disminuye drásticamente para algunas de las poblaciones estudiadas (figura 1), sobre todo en el caso de los ejemplares de la variedad típica, sin que en ningún caso se superen los anteriores valores del 90 %. Así, en el caso de "Tenerife" los valores de fructificación disminuyen hasta un 22,8 %, presentando los valores más bajos, mientras que los valores mayores corresponden a Albomarginata, con un 80,1 %.

Figura 1: Porcentajes de fructificación de las poblaciones de *Bituminaria bituminosa* con los tratamientos de polinización libre y polinización espontánea.



A partir de estos resultados, todas las variedades y cultivariedades han resultado ser autógamas, desarrollando frutos por sí solas. Sin embargo, la presencia de polinizadores favorece notablemente el desarrollo de una gran cantidad de frutos procedentes de la polinización cruzada, por lo que se pone de manifiesto que estas plantas son xenógamas facultativas, algo que ya indicaron previamente Rodríguez-Riaño *et al.* (1999) a partir del cociente del número de granos de polen y el número de óvulos por flor. Sin embargo, la población "Tenerife" es la única que parece comportarse de modo algo diferente, puesto que sus bajas tasas de autopolinización podrían indicar que son plantas que necesitan una polinización forzada para el desarrollo de frutos, es decir parece tratarse de una planta autógama facultativa. Estas sutiles diferencias encontradas entre las cuatro poblaciones de *B. bituminosa* podrían indicar asimismo la existencia de importantes diferencias en cuanto a su biología floral y comportamiento reproductivo; algo que en un primer momento no cabría esperar, ya que *a priori* se trata del mismo taxon. No obstante, los resultados aquí presentados son preliminares y para poder ofrecer más datos sobre el comportamiento reproductivo de algunas de las poblaciones estudiadas sería necesario conocer su comportamiento en las localidades originarias.

Conclusiones

En condiciones naturales (polinización libre), la capacidad reproductiva de *Bituminaria bituminosa* muestra claras semejanzas entre las distintas poblaciones canarias y peninsulares. Sin embargo, algunas de las plantas son capaces de mantener altas tasas de fructificación, sin la necesidad de la intervención de los polinizadores florales, con la excepción de la población canaria "Tenerife". Según este primeros datos, se trata de plantas mayormente autógamas, capaces de desarrollar frutos en ausencia de las condiciones idóneas para su fecundación (i.e. presencia de polinizadores). Este hecho podría dificultar la realización de futuros estudios sobre la biología reproductiva y posibles formas de cruzamiento entre ejemplares de diferentes poblaciones peninsulares y canarias.

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a Segundo Ríos (Universidad de Alicante) por sus valiosos comentarios durante la realización del trabajo y a Aranzazu de Hoyos, por su colaboración en el trabajo de campo. Este trabajo ha sido financiado por el INIA-Subdir. Gen. Prospectiva y Coord. de Programas, Proyecto nº RTA01-026-C3-3.

Referencias bibliográficas

DAFNI, A., 1992. *Pollination Ecology - a practical approach.* New York: IRL - Oxford University Press.

JAIZME-VEGA, M.C.; MÉNDEZ, P.; FLORES, H., 2001. Efecto de la micorrización sobre la tedera (*Bituminaria bituminosa*) en las primeras fases de cultivo. *I Foro Iberoamericano de Pastos/XLI R.C. SEEP*, 181-187.

MÉNDEZ, P., 2000. El heno de tedera (*Bituminaria bituminosa*): un forraje apetecible para el caprino en el archipiélago canario. *III R. Ibérica de Pastos y Forrajes*, 411-414.

MÉNDEZ, P.; DÍAZ, E.; RIVERO, R., 2001. Contenido en cumarinas del forraje verde de tedera (*Bituminaria bituminosa*). Stirton (*Leguminosae*) en el archipiélago canario. *I Foro Iberoamericano de Pastos/XLI R.C. SEEP*, 335-339.

MÉNDEZ, P.; FERNÁNDEZ, M., 1990. Interés forrajero de las variedades de *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton ("tedera") de Canarias. *PASTOS* (*nº extr.*), 264-271.

MÉNDEZ, P.; FERNÁNDEZ, M.; SANTOS, A., 1991. Variedades de *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton (*Leguminosae*) en el archipiélago canario. *PASTOS*, **20-21 (1-2)**, 157-166.

MÉNDEZ, P.; PETERS, J.; MORALES, D. & JIMÉNEZ, M.S. 2000. Características del intercambio gaseoso de las tederas (*Bituminaria bituminosa*) de Canarias. *III R. Ibérica de Pastos y Forrajes*: 91-96.

MUÑOZ, A.; CORREAL, E., 1998. *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton, leguminosa de interés forrajero en la Cuenca Mediterránea: I. Situación taxonómica, distribución y autoecología. *XXXVIII R.C. SEEP*, Soria, 87-91.

MUÑOZ, A.; CORREAL, E. 1999. *Bituminaria bituminosa* (L) Stirton, leguminosa de interés forrajero en la Cuenca Mediterránea: II. Comportamiento frente a frío y selección de material tolerante. *Actas XXXIX Reunión Científica de la SEEP. Almería*: 257-262.

RODRÍGUEZ-RIAÑO, T.; ORTEGA-OLIVENCIA, A.; DEVESA, J., 1999. Biología floral en *Fabaceae. Ruizia*, **16**, 3-176.

SELIGMAN, N.G.; GUTMAN, M., 1978. Cattle and vegetation responses to management of Mediterranean rangeland in Israel. *Proc. 1est Intern. Rangeland Congress*, 616-618.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J., 1995. *Biometry*. Freeman, 887 pp. New York.

STIRTON, C. H., 1981. Tribe *Psoraleeae* (Benth.) Rydb. En R.M. Polhill and P.H.Raven. *Advances in legume Systematics*: 337-343. Royal Botanic Gardens.

SPSS, 1999. *SPSS for windows*, version 10. SPSS Inc. 1989-1999.

FRUIT PRODUCTION IN CANARIAN AND IBERIAN POPULATIONS OF *BITUMINARIA BITUMINOSA* (LEGUMINOSAE)

SUMMARY

A comparative study on flower and fruit production in *Bituminaria bituminosa* is presented. Studies were carried out on Canarian and Iberian plants cultivated at the CIDA (Murcia), which belong to three varieties (var. *bituminosa*, *albomarginata* and *crassiuscula*). Within variety *bituminosa*, Canarian and Iberian individuals belonging to "Tenerife" and "La Perdiz"cultivars were studied. Two pollination treatments were used, which consisted in covering inflorescences to prevent the action of natural pollinators ("spontaneous pollination"), and in leaving inflorescences to free access by insects ("free pollination"). Results indicate that significant differences exist in both flower and fruit production per inflorescence. With free pollination, the highest values were recorded in *albomarginata*, and the lowest in *crassiuscula*. Fruit set was always higher than 90 %. With spontaneous pollination, and probably as a secondary effect of the treatment itself, some differences were observed in flower and fruit production, the lowest values corresponding to the so-called "Tenerife" population (fruit set 23%). In summary, results indicate that all populations show a similar breeding system, and they can be classified mostly as facultative xenogamous, with the exception of "Tenerife" which is preliminarily regarded as facultative autogamous.

Key words: Reproductive biology, fruit set, Iberian Peninsula, Canary Islands.

CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE ESPECIES CESPITOSAS EN GALICIA

L. Costal,[1] E. González Arráez,[1] J.A. Oliveira[2] y J.E. López Díaz[1]

[1] Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apartado 10. 15080 A Coruña (España). Correo-e: cialaO07@igatel.net; ernesto.gonzález.arráez@xunta.es; j_archie@wanadoo.es. [2] Universidad de Oviedo. Campus de Mieres. Dpto. de Biología de organismos y sistemas. Área de Producción Vegetal. C/ Gonzalo Gutiérrez de Quirós, s/n. 33600 Mieres (España). Correo-e: oliveira@correo.uniovi.es.

Resumen

En este trabajo se muestran los resultados de los dos primeros años de caracterización agronómica de treinta y tres poblaciones (veintisiete del género *Festuca* sp. y seis del género *Poa* sp.) procedentes de recogidas realizadas en la Cordillera Cantábrica. La caracterización se realizó en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) donde se estableció el campo de ensayo, a 100 m.s.m., en la primavera del año 2001. Se observa que existen diferencias significativas entre las poblaciones para todos los descriptores en *Festuca* y para el 93 % de los mismos en *Poa*. En los dos años los coeficientes medios de variación fueron menores en los testigos que en las poblaciones tanto de *Festuca* como de *Poa*.

Palabras clave: recursos fitogenéticos, gramíneas cespitosas, germoplasma.

Introducción

En los últimos años existe una mayor sensibilidad por la conservación de la biodiversidad y la protección del medio ambiente. En Europa, entre otras razones, con la entrada en vigor hace ya 40 años de la PAC, se produjeron cambios en los sistemas agroganaderos que se tradujeron en la intensificación de las producciones, desvinculación de la tierra de las explotaciones ganaderas, el abandono de las superficies cultivadas, la transformación de pastos naturales en tierras de cultivo o praderas constituidas por variedades comerciales de alto rendimiento, etc.

Por todo ello, en 1983 se aprobó el Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos por los paises miembros de la FAO y desde ese momento diversos organismos se han responsabilizado de la conservación y mantenimiento de poblaciones de esos recursos.

Los recursos fitogenéticos son una fuente para la diversificación y mejora de las especies cultivadas en la Península. Junto a los usos tradicionales, en prados y praderas del Norte de España, se puede ampliar su utilización en aspectos de mejora y protección del medio ambiente, tales como recuperación de escombreras, implantación de cubiertas vegetales en zonas con riesgo de erosión, recuperación de terrenos degradados, en taludes, céspedes, etc.

En Galicia se iniciaron ya hace años por el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) y la Misión Biológica de Galicia (MBG) trabajos de recogida de especies pratenses y forrajeras (Vivero, 1979; Piñeiro y Pérez, 1986), para su evaluación agronómica con el objetivo de obte-

ner nuevas variedades de buena adaptación al medio y de alta producción. Los trabajos continuaron con Oliveira y Charmet (1988), Arbones y Oliveira (1995), Oliveira *et al.* (1997) y López y Oliveira (2001), extendiéndose simultáneamente al resto de la Cornisa Cantábrica.

La tendencia actual es no dar tanta importancia a la producción y sí a la diversificación de los recursos fitogenéticos para usos distintos de los habituales (recuperación de escombreras, vertederos, taludes, en jardinería, etc.). El año 1999 se inició el proyecto RF99–010–018–C1 de Recolección, multiplicación y caracterización de recursos fitogenéticos de gramíneas de la Cordillera Cantábrica, en el que participan el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), el CIAM, la MBG y la Universidad de Oviedo. En este trabajo se presentan los resultados de los dos primeros años de evaluación de poblaciones de *Festuca* y *Poa* recolectadas en la cornisa cantábrica.

Material y métodos

El ensayo de campo se estableció en Mabegondo (A Coruña), a 100 m.s.m., en la primavera del año 2001, en suelo franco arenoso, con pH 5,8 y contenidos en P y K de 14 y 200 ppm respectivamente. En la preparación del terreno se aplicaron 32 unidades de nitrógeno y 40 de P_2O_5 y K_2O.

En el invierno del año anterior la semilla se limpió de impurezas y se sembró bajo condiciones de invernadero hasta su trasplante. El diseño experimental fue bloques completos al azar con tres repeticiones, implantándose diez plantas aisladas por población en cada repetición. La separación entre líneas y entre plantas fue de 50 cm.

Se estudiaron 33 genotipos pertenecientes a los géneros *Festuca* y *Poa*. El nº de poblaciones evaluadas por especies fue: *Festuca hystrix* Boiss, una población; *Festuca* gr. *Ovina*, 12 poblaciones; *Festuca paniculata* (L.) Schinz et Thell, una población; *Festuca rubra* L., ocho poblaciones; *Festuca vasconcensis* (Mark – Dannenb) Auquier et Kerguélen, cinco poblaciones; *Poa alpina* L., tres poblaciones; *Poa pratensis* L., dos poblaciones y *Poa nemoralis* L. una población. Se incluyeron además tres variedades comerciales: una *Festuca* gr. *Ovina*, una *Festuca rubra* L., una *Festuca rubra conmutata* Gaud. y una *Poa pratensis* L.

Los descriptores utilizados en la caracterización aparecen en la Tabla 1.

Para las variables cuantitativas, el modelo de análisis de varianza usado tuvo en cuenta el efecto población, bloque e interacción entre ambos. Las variables cualitativas se analizaron mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis.

Resultados y discusión

En las tablas 2 y 3 se muestran los valores medios y coeficientes de variación de las variables en los dos años de evaluación.

Se observa que en *Festuca*, para las variables cualitativas, el 75% de las mismas tienen un valor medio superior en los testigos que en las poblaciones durante el primer año de evaluación. En el segundo año el porcentaje disminuye al 25%. En las variables cuantitativas, para el único año de evaluación, resultó que el 40% de ellas tenían un valor medio superior en los testigos. El coeficiente de variación de cada variable es mayor en poblaciones que en testigos durante el primer año. En el segundo también lo es salvo para cuatro variables, observándose que el coeficiente de variación medio sigue siendo mayor en poblaciones que en testigos.

En *Poa*, para las variables cualitativas, el 62% de las mismas tienen un valor medio superior en los testigos que en las poblaciones durante el primer año. En el segundo este porcentaje baja al 11%. En las variables cuantitativas el 40% de ellas tiene un valor medio superior en los testigos. El coeficiente de variación de las variables se comporta igual que en *Festuca*: el primer año siempre

Tabla 1: Descriptores utilizados en la caracterización de las poblaciones de Festuca y Poa; (a) descriptores cualitativas; (b) descriptores cuantitativos.

DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN	ESCALA
CRV(a)	Crecimiento en verano.	1=poco crecimiento, 5=mucho
CRO(a)	Crecimiento en otoño.	1=poco crecimiento, 5=mucho
CRP(a)	Crecimiento en primavera.	1=poco crecimiento, 5=mucho
AH(a)	Anchura de hojas en otoño.	1=muy estrecho, 5=muy ancho
RI(a)	Rizomas en la planta. Sólo en Festuca.	1=ausencia, 2=presencia
HAB(a)	Hábito de crecimiento en el otoño del año de la siembra	1=erecto, 5=postrado
CLOT(a)	Color de las hojas en otoño.	1=verde muy claro, 5=verde oscuro
ANT(a)	Coloración antociánica en la vaina de la hoja en el verano del año de la siembra. Sólo en Festuca	1=ausente o muy débil, 2=muy fuerte
ENFOT(a)	Tolerancia a enfermedades en otoño.	1=muy sensible, 5=muy tolerante
ENFPRI(a)	Tolerancia a enfermedades en primavera.	1=muy sensible, 5=muy tolerante
FES(b)	Fecha de espigado en el segundo año.	en nº de días a partir del uno de Enero
LHB(b)	Longitud de la hoja bandera en espigado.	en cm
AHB(b)	Anchura de la hoja bandera en espigado.	en mm
ALP(b)	Altura en floración, incluyendo la inflorescencia.	en cm
LONINF(b)	Longitud de la inflorescencia.	en cm
AINV(a)	Amarillamiento invernal de las hojas. Sólo en Poa.	1=ausente, 5=muy fuerte
FORRA(a)	Forma del raquis de la inflorescencia. Sólo en Poa.	1=recto, 5=curvado

Tabla 2: Valores medios y coeficientes de variación de las poblaciones y de los cultivares testigo en Festuca (para la descripción de las variables consultar Tabla 1).

	Año 2001				Año 2002			
	Poblaciones		Testigos		Poblaciones		Testigos	
Variables	Media	CV	Media	CV	Media	CV	Media	CV
RI	1,16	31,60	1,34	35,50	-	-	-	-
CRO	2,76	44,40	3,38	35,10	3,41	32,14	3,02	29,33
CRP	-	-	-	-	3,20	33,21	3,59	26,38
CRV	3,17	33,45	4,12	22,36	3,24	35,48	3,21	25,78
HAB	2,96	33,48	3,10	24,68	2,97	38,56	2,42	45,88
ENFOT	3,81	26,17	3,23	23,20	3,33	37,52	1,76	42,96
AH	2,94	34,22	3,76	13,42	2,14	43,76	2,36	22,33
ANT	1,81	73,43	2,49	56,89	-	-	-	-
CLOT	3,68	30,58	3,59	19,98	3,75	32,06	3,67	35,64
ENFPRI	-	-	-	-	3,24	32,04	3,24	27,06
FES	-	-	-	-	99,95	20,52	82,91	14,90
LHB	-	-	-	-	11,12	46,14	13,00	40,69
AHB	-	-	-	-	1,89	55,60	2,61	37,29
ALP	-	-	-	-	65,24	29,77	59,74	41,69
LONINF	-	-	-	-	14,02	45,94	13,88	28,00
	CV medio	38,42	CV medio	28,89	CV medio	37,13	CV medio	32,15

mayor en poblaciones que en testigos y el segundo también mayor salvo para las cuatro mismas variables que en el caso de las *Festucas*, cumpliéndose otra vez que el coeficiente de variación medio es mayor en poblaciones que en testigos.

El análisis de los datos de poblaciones de *Festuca* muestra que existen diferencias significativas (al nivel del 0,01) entre las mismas tanto para las variables cualitativas (Tabla 4) como para las cuantitativas (Tabla 5). En el caso de las poblaciones de *Poa* también muestra que hay diferencias significativas entre ellas (al nivel del 0,01) para las variables cualitativas (Tabla 6), mientras que estas diferencias son menores para el caso de las variables cuantitativas (Tabla 7).

Tabla 3: Valores medios y coeficientes de variación de las poblaciones y de los cultivares testigo en Poa (para la descripción de las variables consultar Tabla 1).

	Año 2001				Año 2002			
	Poblaciones		Testigos		Poblaciones		Testigos	
Variables	Media	CV	Media	CV	Media	CV	Media	CV
CRV	2,49	40,87	3,10	25,90	2,96	48,29	2,80	35,59
HAB	2,50	52,38	3,20	15,13	2,49	40,40	2,23	40,19
CRO	2,80	46,30	3,87	17,62	2,80	40,06	2,31	49,22
AH	3,56	39,59	3,23	25,27	2,94	37,30	2,60	21,66
CLOT	3,48	29,32	3,00	0,00	3,62	27,50	2,23	36,59
ENFOT	2,81	33,01	2,03	20,35	2,73	38,87	1,07	23,72
ENFVER	2,33	47,52	2,73	16,45	-	-	-	-
FES	-	-	-	-	106,52	18,05	112,13	20,05
LHB	-	-	-	-	5,23	44,54	5,29	39,37
AHB	-	-	-	-	3,67	31,46	3,41	25,26
ALP	-	-	-	-	40,58	36,78	33,63	35,49
LONINF	-	-	-	-	7,90	83,46	4,89	83,24
FORRA	-	-	-	-	1,11	28,25	1,13	30,36
AINV	2,95	38,11	3,40-	23,93	-	-	-	-
CRP	-	-	-	-	2,93	39,56	2,11	52,26
ENFPRI	-	-	-	-	2,37	48,98	2,26	46,21
	CV medio	40,89	CV medio	18,08	CV medio	40,25	CV medio	38,52

Tabla 4: Test de Kruskal-Wallis en las poblaciones de Festuca caracterizadas en el CIAM en el año 2001 para las variables cualitativas (para su descripción consultar Tabla 1); X2: valor de test chi-cuadrado; **: significativo al nivel 0,01.

Variables	X2 (Test Kruskal-Walis)
RI	739,00**
ANT	427,31**
CRV	355,84**
HAB	371,59**
CRO	431,39**
AH	517,74**
CLOT	328,06**
ENFOT	323,26**

Tabla 5: Cuadrados medios del análisis de varianza en las poblaciones de Festuca caracterizadas en el CIAM en el año 2002 para las variables cuantitativas y test de Kruskal-Wallis en esas mismas poblaciones para las variables cualitativas (para su descripción consultar Tabla 1); FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; X2: valor de test chi-cuadrado; *: significativo al nivel 0,05; **: significativo al nivel 0,01.

FV	Población	Bloque	Población*Bloque
GL	26	2	52
Cuantitativas			
FES	6784,56**	508,31*	307,43**
LHB	308,36**	34,38^{ns}	22,32*
AHB	13,9**	0,94^{ns}	1,05**
ALP	5270,68**	175,15^{ns}	233,1^{ns}
LONINF	426,25**	98,04*	33,98*
Cualitativas	X2 (Test Kruskal-Walis)		
CRV	248,18**		
HAB	303,75**		
CRO	251,51**		
AH	360,04**		
CLOT	274,04**		
ENFOT	302,87**		
CRP	292,94**		
ENFPRI	159,30**		

Tabla 6: Test de Kruskal-Wallis en las poblaciones de Poa caracterizadas en el CIAM en el año 2001 para las variables cualitativas (para su descripción consultar Tabla 1); X2: valor de test chi-cuadrado; **: significativo al nivel 0,01.

Variables	X2 (Test Kruskal-Walis)
CRV	61,35**
HAB	102,28**
CRO	42,97**
AH	100,7**
CLOT	30,155**
ENFOT	37,45**

Conclusiones

En general se ha observado para las variables estudiadas que tanto las poblaciones de *Festuca* como de *Poa* se comportaron agronómicamente peor que los testigos.

También se cumple que la diversidad de las poblaciones de *Festuca* y *Poa* caracterizadas, medida por el coeficiente de variación, fue mayor que la de testigos.

Agradecimientos

Este trabajo se ha podido realizar gracias a la financiación concedida al proyecto RF99-010-018-C1 del Programa de Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Tabla 7. Cuadrados medios del análisis de varianza en las poblaciones de Poa caracterizadas en el CIAM en el año 2002 para las variables cuantitativas y test de Kruskal-Wallis en esas mismas poblaciones para las variables cualitativas (para su descripción consultar Tabla 1); FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; X2: valor de test chi-cuadrado; *: significativo al nivel 0,05; **: significativo al nivel 0,01.

FV	Población	Bloque	Población*Bloque
GL	5	2	9[a]
Cuantitativas			
FES	600,85*	11,79*	12,95**
LHB	10,62*	7,41^{ns}	23,96**
AHB	1,17^{ns}	5,47*	2,33*
ALP	566,8**	532,93*	1268,31**
LONINF	76,80*	85,75^{ns}	125,42**
Cualitativas	X2 (Test Kruskal-Walis)		
CRV	59,24**		
HAB	66,96**		
CRO	37,53**		
AH	52,63**		
CLOT	40,25**		
ENFOT	33,67**		
FORRA	12,5**		
AINV	39,189**		
CRP	3,03**		
ENFPRI	17,21**		

[a] No hay datos de una repeteción de una de las poblaciones

Referencias bibliográficas

ARBONES, E. y OLIVEIRA, J.A. 1995. Relaciones entre características agronómicas y factores ecogeográficos en poblaciones naturales de raigrás inglés del Norte de España. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales*, **10 (3)**, 325-340.

LÓPEZ, J.E. y OLIVEIRA, J.A., 2000. Comparación de procedimientos para elaborar una población núcleo en accesiones de raigrás inglés e italiano. *Pastos*, **30 (1)**, 71-102.

OLIVEIRA, J.A. y CHARMET, G., 1988. Characterization of wild perennial ryegrass populations from Galicia (Spain). *Pastos*, **18-19**, 51-68.

OLIVEIRA, J.A.; LINDER, R.; BREGU, R.; GARCÍA, A. y GONZÁLEZ, A. 1997. Genetic diversity of westerwold ryegrass landraces collected in Northwest Spain. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **44**, 479-487.

PIÑEIRO, J. y PÉREZ, M., 1986. El interés agronómico de ecotipos españoles de plantas pratenses. *Pastos*, **44** (1), 103-118.

VIVERO, J.L., 1979. Iniciación a la mejora genética de raigrás italiano (*Lolium multiflorum Lam.*) para crecimiento invernal. *Anales INIA. Serie Producción Vegetal*, **10**, 23-37.

AGRONOMICAL CHARACTERIZATION OF TURF SPECIES IN GALICIA

SUMMARY

Agronomic characterisation results of thirty accessions (twenty seven of *Festuca* and six of *Poa*) collected on the Spanish Cantabrian Range are shown. The trials were established on Spring 2001, at the Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo farm, located on the NW coast of Spain at 100 m.a.s.l. Significant differences among the populations were found for all the characters of *Festuca* and for 93 % of the characters of *Poa*. The average coefficient of variation was lower in the control varieties than in the *Festuca* and *Poa* accessions.

Key words: genetic resources, turf grasses, germplasm.

PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DEL FORRAJE EN PRADERAS INOCULADAS CON HONGOS MICORRÍCICOS BAJO FERTILIZACIÓN ORGÁNICA O INORGÁNICA

M.J. Sainz,[1] M.J. Bande,[1] A. Vilariño,[2] P. Mansilla,[1,3] B. González Penalta,[2] y M.E. López Mosquera[1]

[1] Departamento de Producción Vegetal. Universidad de Santiago de Compostela. 27002 Lugo. [2] Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia. CSIC. Apdo. 122. 15780 Santiago de Compostela. [3] Estación Fitopatológica "Do Areeiro". Excma. Diputación Provincial de Pontevedra. Subida a la Robleda s/n. 36153 Pontevedra.

Resumen

Se estudió el efecto de la aplicación de un biofertilizante granulado, conteniendo propágulos de hongos formadores de micorrizas arbusculares (MA), en la producción y composición del forraje de una pradera de raigrás inglés e híbrido y trébol blanco bajo cuatro tratamientos de fertilización: control, mineral NPK, purín de vacuno, lodo de depuradora láctea. En el primer corte, la mayor producción de forraje se obtuvo en el tratamiento mineral, que no se vio afectado por la inoculación MA; la aplicación del biofertilizante llevó a una menor producción en las parcelas control y en las de purín, y mayor en las de lodo. En el corte de julio, la producción fue superior en los tratamientos de purín y de lodo respecto al de mineral. Los tratamientos orgánicos originaron mayor proporción de trébol en primavera y mayor producción de hierba en verano respecto al tratamiento mineral. La aplicación del biofertilizante incrementó la micorrización de los tréboles en los tratamientos control y lodo inoculados frente a los no inoculados, que no se tradujo en un incremento de la producción.

Palabras clave: micorrizas arbusculares, purín de vacuno, lodos de depuradora láctea.

Introducción

Las raíces de las especies pratenses forman micorrizas arbusculares (MA) en la mayoría de los ecosistemas, tanto naturales como agrícolas. Los hongos que forman la simbiosis favorecen el crecimiento y la nutrición mineral de la planta, sobre todo de P, especialmente en suelos de baja o moderada fertilidad (Sylvia, 1998).

El laboreo (que rompe las cadenas de micelio) y el uso de fertilizantes pueden tener efectos adversos en la formación de la simbiosis y en la supervivencia de los hongos MA presentes en el suelo (Thompson, 1994). Es, por tanto, esperable que las poblaciones fúngicas MA de un suelo no cultivado, que pueden ser ya de por sí bajas, resulten disminuídas tras las técnicas agronómicas de puesta en cultivo. Esto ha llevado al desarrollo de inoculantes MA para su aplicación en sistemas donde las especies cultivadas tengan una alta dependencia micorrícica. En Galicia, el establecimiento de praderas en terrenos de monte implica un fuerte laboreo y la mejora de la fertilidad del suelo a través de la corrección de la acidez y de los niveles NPK, técnicas que podrían afectar a

la micorrización arbuscular de las gramíneas y leguminosas sembradas. En este trabajo, se ha investigado el efecto de la aplicación de un biofertilizante granulado en la producción y composición del forraje de una pradera, bajo distintos tratamientos de fertilización (mineral y orgánica).

Material y métodos

El ensayo sé estableció en otoño de 2.001 en Goiriz (Villalba, Lugo) sobre un Umbrisol húmico, que mantenía una vegetación predominantemente arbórea y arbustiva. Se trataba de un suelo ácido (saturación de Al 33 %), con alto contenido en materia orgánica (16,2 %), bajo contenido en P (7,4 mg/kg P-Olsen) y bien provisto en K (0,65 cmol(+)/kg). Se tomó una muestra representativa del suelo para aislar los hongos MA nativos y seleccionar el que mostrase más habilidad para colonizar rápidamente las raíces de las plantas. El hongo seleccionado se reprodujo en cultivos en contenedores con plantas micotróficas que se utilizaron para preparar un biofertilizante en forma de gránulos (1 cm^3/gránulo).

Tras las labores de preparación del terreno, el suelo se encaló con 3 t/ha de caliza (OCa 60 %). Se delimitaron 32 subparcelas de 3 x 1,3 m, separadas por pasillos de 1,65 m, en las que se establecieron al azar cuatro tratamientos fertilizantes con o sin gránulos MA (cuatro parcelas por tratamiento): a) *control*: 300 kg/ha de abono NPK 5-15-13 para facilitar el establecimiento de las especies sembradas, sin aportes posteriores de fertilizantes; b) *mineral*: 600 kg/ha de abono NPK 5-15-13; c) *lodo*: 80 m^3/ha de lodo de depuradora láctea suplementados con K_2SO_4 (50% K_2O) para igualar el K aplicado en el tratamiento b; d) *purín*: 20 m^3/ha de purín de vacuno suplementados con superfosfato del 18 % para igualar la cantidad de P del tratamiento b. Para cada tratamiento fertilizante, las parcelas inoculadas recibieron 526 pellets MA en superficie. En otoño de 2001 se sembró la siguiente mezcla: 40 kg/ha de *Lolium perenne* L. cv. 'Tove' , 20 kg/ha de *Lolium hybridum* Hausskn. cv. 'Texy' y 6 kg/ha de *Trifolium repens* L. cv. 'Huia'.

En marzo del año siguiente, se añadieron 60 kg/ha de N en las parcelas del tratamiento b, 40 m^3/ha de lodo de depuradora y 20 m^3/ha de purín en los tratamientos correspondientes. Las principales características del lodo y del purín se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Características del lodo de depuradora láctea y del purín.

	Peso seco g L^{-1}	pH	C.E. dS m^{-1}	%C	%N	% P	% K	% Na	% Ca	% Mg
Lodo oct. 01	19,3	7,3	2,1	43,1	4,4	1,06	0,54	2,18	2,65	0,41
mar. 02	21,3	6,5	2,6	43,1	5,2	0,95	1,13	5,86	1,02	0,31
Purín oct. 01	6,5	7,2	1,9	30,8	2,6	1,46	5,74	1,10	0,95	0,74
mar. 02	34,3	6,8	3,8	49,0	3,3	1,37	2,27	0,62	0,33	0,21

El 30 de mayo se segó el forraje de cada parcela con motosegadora de 1,30 m de anchura de corte, dejando una altura residual de 5 cm. El forraje se pesó en fresco mediante un dinamómetro y se tomaron muestras de 500-1000 g por parcela para determinar peso seco y composición botánica, tras secado en estufa a 70 ºC. Después del corte, se tomaron muestras de raíces con sonda de 7 cm de diámetro hasta una profundidad de 15 cm. Tras eliminar el suelo, las raíces se lavaron, separando las de gramíneas y trébol, para ser sometidas a un proceso de clarificación y tinción (Phillips y Hayman, 1970) y estimar el porcentaje de colonización de la raíz por hongos MA (Giovannetti y Mosse, 1980).

En las parcelas del tratamiento b, se aplicaron 30 kg/ha de N tras el corte de silo, realizándose un nuevo corte del forraje el 17 de julio, en el que se determinó la producción en peso seco y la composición botánica, así como la micorrización arbuscular de las raíces (fundamentalmente de raíces de trébol, en correspondencia con la composición del forraje).

Resultados y discusión

En el corte de mayo, al comparar los tratamientos sin gránulos MA, la mayor producción de forraje se obtuvo en el tratamiento mineral (Figura 1). La inoculación MA no tuvo efecto en la producción de hierba en las parcelas de mineral, pero condujo a una menor producción en los controles y en las que se aplicó purín. En todos los tratamientos el forraje estuvo constituído mayoritariamente por las gramíneas sembradas (Figura 2). El forraje de los tratamientos control, purín y lodo, tanto inoculados como no inoculados, presentó un porcentaje más elevado de trébol blanco que el de las parcelas de mineral. Las raíces de las gramíneas mostraron porcentajes de micorrización inferiores al 10 % (datos no mostrados). El trébol blanco se micorrizó en mayor proporción en todos los tratamientos (Figura 3), como era esperable dado que es una especie más micotrófica que las gramineas.

En el corte de julio, la producción de forraje fue significativamente superior en los tratamientos de purín y de lodo respecto al de mineral, que no superó los 2000 kg MS/ha (Figura 1). El forraje consistió fundamentalmente en trébol en todos los tratamientos, que presentaron además contenidos apreciables de materia muerta, como es característico de la estación (Figura 2). El cambio en la composición de forraje respecto al corte de mayo estuvo probablemente relacionado con el clima; desde el corte de mayo hasta julio, se produjeron precipitaciones frecuentes y buenas temperaturas. En general, se observó un aumento de la colonización MA en todos los tratamientos inoculados con gránulos MA respecto a los no inoculados, si bien solo fue estadísticamente significativo para los tratamientos control y lodo (Figura 3). Estos resultados confirman la infectividad del inóculo para colonizar el trébol, una planta con hábito de crecimiento estolonífero que enraiza superficialmente, precisamente en los centímetros más superficiales del suelo cultivado que recibieron el biofertilizante.

Figura 1: Producción de forraje en peso seco (kg/ha) en los distintos tratamientos fertilizantes en los cortes de mayo y julio de 2002. Para cada corte, barras encabezadas con la misma letra indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos para p<0,05.

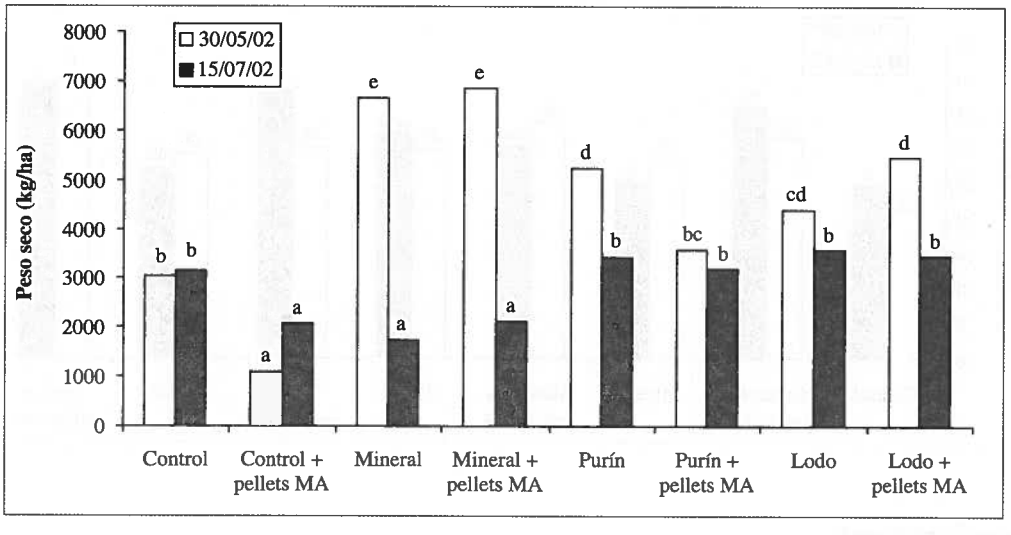


Figura 2: Composición botánica del forraje en los distintos tratamientos fertilizantes en los cortes de mayo y julio de 2002.

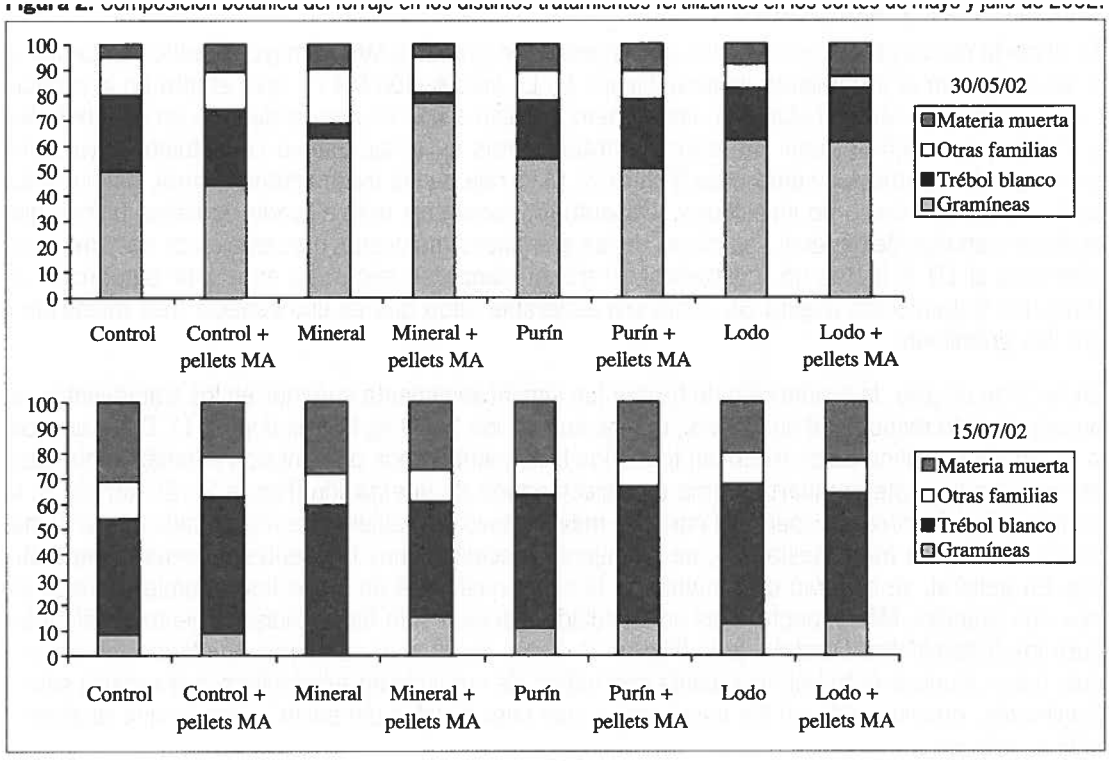
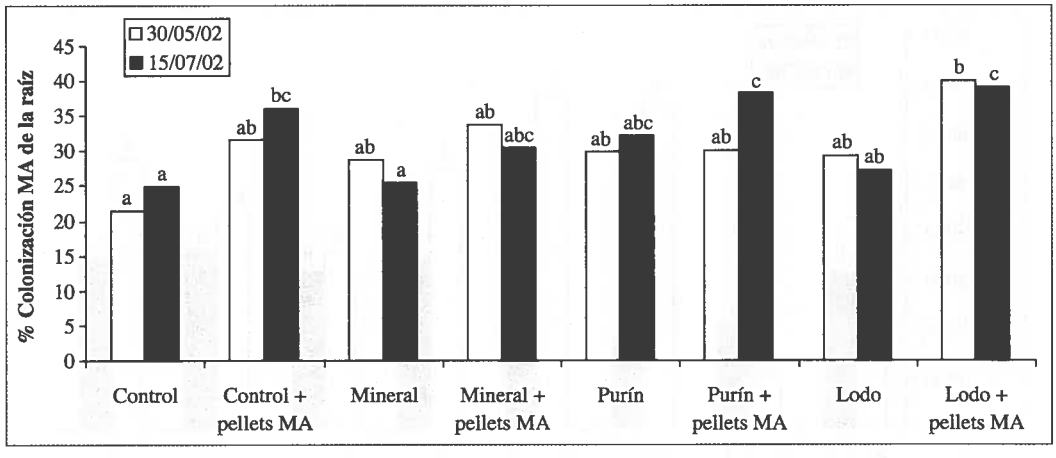


Figura 3: Porcentaje de colonización MA de las raíces de trébol blanco en los distintos tratamientos fertilizantes en los cortes de mayo y julio de 2002. Para cada corte, barras encabezadas con la misma letra indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos para p<0,05.



Conclusiones

El tratamiento mineral fue el más productivo y eficaz para favorecer el crecimiento y la competitividad de los raigrases frente al trébol en el primer corte del forraje. Los tratamientos con purín o con lodo originaron una mayor proporción de trébol en el forraje de primavera y una mayor producción de hierba en verano. La inoculación con pellets MA incrementó la micorrización de los tréboles de la pradera en los tratamientos control y lodo respecto a las parcelas no inoculadas, que no se tradujo en un incremento de la producción.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al ganadero Moisés Carballeira por permitirnos utilizar sus terrenos y por su interés y ayuda en todas las labores del cultivo. También agradecemos a Isabel Rivas, Cristina Vázquez y Susana Dopico su asistencia técnica en el procesado de muestras. Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (AGF99-0418-C02-01, AGF99-0418-C02-02) y la Xunta de Galicia (PGIDT99PXI40001B).

Referencias bibliográficas

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B., 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *The New Phytologist* **84**, 489-500.

PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S., 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society* **55**, 158-161.

SYLVIA, D.M., 1998. Mycorrhizal symbioses. En: *Principles and Applications of Soil Microbiology*, 408-426. Ed. Prentice Hall. Upper Saddle River (NJ, USA).

THOMPSON, J.P., 1994. What is the potential for management of mycorrhizas in agriculture? En: *Mangement of Mycorrhizas in Agriculture, Horticulture and Forestry*, 191-200. Ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (Holanda).

FORAGE YIELD AND BOTANICAL COMPOSITION IN SOWN MEADOWS INOCULATED WITH MYCORRHIZAL FUNGI UNDER ORGANIC OR INORGANIC FERTILIZATION.

SUMMARY

A field experiment was carried out to study the effects of applying a pelletized biofertilizer containing arbuscular mycorrhizal (AM) fungal propagules on the growth and botanical composition of the forage of a ryegrass/white clover sward under the following treatments: control, NPK mineral fertilisation, cattle slurry fertilisation, dairy sludge fertilisation. In the first silage cut, the highest forage yield was achieved under the mineral NPK treatment, which was not affected by the AM inoculation. The AM biofertiliser led to a lesser forage production in the inoculated control and slurry fertilised plots respect to those uninoculated, but to an increased yield in the dairy sludge treatment. In the july cut, forage production was significantly higher in slurry and dairy sludge fertilised plots than in the mineral ones. Both slurry and dairy sludge fertilisation provided a higher proportion of white clover in the spring forage and a higher forage production in the summer cut respect to the mineral treatment. The application of the AM biofertiliser increased mycorrhiza formation in clover roots in control and dairy sludge-receiving plots, which did not enhance forage production.

Key words: arbuscular mycorrhiza, dairy sludge, cattle slurry.

PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE *FESTUCA RUBRA* EN RELACIÓN A SU ASOCIACIÓN CON EL HONGO ENDOFÍTICO *EPICHLOË FESTUCAE*

I. Zabalgogeazcoa, A. García Ciudad, B.R. Vázquez de Aldana y B. García Criado

Departamento de Producción Vegetal. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca. Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Resumen

En los pastos de dehesas de Salamanca cerca del 70% de las plantas de *Festuca rubra* están permanentemente infectadas por el hongo endofítico simbiótico *Epichloë festucae*. Se realizó un experimento en el cual se compararon la producción de biomasa y la composición química en cinco líneas de *F. rubra*, cada una de las cuales estaba compuesta por una versión endofítica y otra no infectada por el hongo. En plantas en estado vegetativo se observó un aumento de N, P y digestibilidad de materia orgánica (DMO) y una reducción de Mn en las plantas infectadas. En plantas en estado reproductivo se observó un aumento de Mn, Ca y DMO, así como un descenso de Cu, fibra neutro detergente y lignina.

Palabras clave: *Neotyphodium*, endofitos, calidad, composición mineral, digestibilidad.

Introducción

Varias especies de gramíneas pertenecientes al género *Festuca* mantienen asociaciones simbióticas con hongos endofíticos de los géneros *Epichloë* y *Neotyphodium*. En general, las plantas infectadas por estos hongos no muestran ningún síntoma, a pesar tener el espacio intercelular de las hojas colonizado por hifas endofíticas. Cuando las plantas se reproducen sexualmente, el hongo infecta los óvulos y cerca del 100 % de las semillas de una planta infectada son portadoras del hongo. Numerosos estudios sugieren que la asociación *Festuca/Epichloë-Neotyphodium* es de tipo mutualista, ya que se han observado varios efectos positivos de la infección endofítica en las plantas hospedadoras. Las plantas infectadas poseen una mayor resistencia a ataques de herbívoros, esta resistencia está asociada a la producción de alcaloides fúngicos en las plantas; también se ha observado en plantas de *Festuca* infectadas por endofitos, una mayor tolerancia a la sequía, a concentraciones elevadas de aluminio en suelos, y una mejor absorción de fósforo en medios pobres en este elemento (Clay y Schardl, 2002; Malinowski y Belesky, 2000).

En las dehesas de la provincia de Salamanca una media del 70% de las plantas de *Festuca rubra* están infectadas por el endofito *Epichloë festucae* (Zabalgogeazcoa *et al.*, 1999). El objetivo de este trabajo es obtener información acerca de qué factores pueden determinar que la infección endofítica sea beneficiosa para las plantas de *F. rubra* en los pastos de dehesa. Con este fin se está realizando un experimento diseñado para comparar diversos parámetros de producción de biomasa y composición química en plantas infectadas y no infectadas por *E. festucae*. En este trabajo se presenta un análisis de los resultados preliminares.

Material y metodos

Este experimento se realizó con cinco líneas medio-hermanas de *Festuca rubra*. Cada una de estas cinco líneas CAB, VIT, SAN, PEN y RAB está constituida por una versión infectada por *Epichloë festucae* y otra libre de infección. Las semillas de ambas versiones han sido producidas por clones cuya única diferencia es la infección endofítica o su ausencia. Dado que *Epichloë festucae* se transmite por semilla, las semillas infectadas y no infectadas producidas según este esquema proceden del mismo genotipo materno, pero no necesariamente paterno, al ser una planta alógama. Para verificar la infección o la ausencia de ésta en plantas de cada línea, las semillas se germinaron en placas Petri con agar de patata y dextrosa y se seleccionaron como infectadas aquellas plantas en las cuales se observó micelio en la zona del mesocotilo. Estas plantas se transplantaron en tiestos y en la primavera de 1999 al exterior en una finca experimental. Se utilizó un diseño completamente aleatorio con seis réplicas; cada réplica contiene una planta infectada y otra libre de endofito de cada una de las cinco líneas. Las plantas se regaron solamente durante la primavera y verano del año de transplante. Al inicio del experimento se aplicó una dosis de fertilizante de 48 kg N/ha, 90 kg P_2O_5 y 90 kg K_2O/ha.

Para estimar el crecimiento de las plantas por medio de la producción de biomasa, éstas se cortaron en tres fechas: Marzo de 2000, Julio de 2001 y Julio de 2002. Para realizar el análisis de composición química se utilizaron las plantas cortadas en Marzo de 2000 y en Julio de 2002. Existe una diferencia importante con respecto a la morfología de las plantas en los dos estados en los cuales fueron cosechadas. Las plantas cosechadas en Marzo (estado vegetativo) están compuestas exclusivamente por hojas verdes, mientras que en Julio (estado reproductivo) la biomasa está formada mayoritariamente por tallos reproductivos maduros, con semillas ya formadas. Para los análisis de muestras en estado reproductivo se utilizaron solo tallos, no se incluyeron semillas.

El N se determinó por el método Kjeldahl y los restantes elementos minerales siguiendo el procedimiento descrito por Duque Macias (1971). La digestibilidad y el contenido de fibras se determinaron según el método de Goering y Van Soest (1970).

Se utilizó análisis de varianza para detectar efectos atribuibles a la infección o diferencias entre líneas.

Resultados y discusión

Los resultados de los análisis de parámetros de producción, composición química y digestibilidad aparecen en las tablas 1, 2, 3 y 4.

En lo que respecta a parámetros relacionados con la producción de biomasa, no se detectaron diferencias significativas entre plantas infectadas y no infectadas en ninguna de las tres evaluaciones que se realizaron (Tablas 1 y 2).

Con respecto a la composición química y digestibilidad, los parámetros en los cuales se han detectado diferencias atribuibles a la simbiosis con endofitos varían dependiendo del estado vegetativo o reproductivo de las plantas. En plantas cosechadas en estado vegetativo, se ha detectado una mayor concentración de nitrógeno y fósforo en plantas infectadas (Tabla 3), también se observó una mayor digestibilidad de materia orgánica en estas plantas (Tabla 4), sin embargo, las plantas infectadas mostraron un menor contenido de manganeso (Tabla 3). Con respecto a los restantes parámetros evaluados, en ninguno se detectó un efecto estadisticamente significativo de la asociación con endofitos.

En el análisis realizado en plantas en estado reproductivo, se detectó un mayor contenido de magnesio y calcio así como una mayor digestibilidad de materia orgánica (DMO) en plantas infectadas, las cuales también mostraron un menor contenido de cobre, fibra neutro detergente (FND) y lignina. En los parámetros restantes no hay diferencias significativas entre plantas infectadas y no infectadas.

Por último, se han detectado diferencias entre las cinco familias de plantas utilizadas para un número elevado de factores.

Tabla 1: Producción de biomasa (g peso seco/ planta) en plantas infectadas (E+) y no infectadas (E-) de cinco líneas medio hermanas de *Festuca rubra*.

	Marzo 2000			Julio 2001			Julio 2002		
Linea	E+	E-	Media*	E+	E-	Media	E+	E-	Media
CAB	74.17	75.67	74.92 ab	76.33	60.33	68.33 a	109.50	79.17	94.33
VIT	62.50	62.33	62.42 a	53.33	58.33	55.83 a	100.33	94.67	97.50
SAN	44.17	60.00	52.08 a	32.17	36.67	34.41 b	62.33	81.50	71.92
PEN	107.17	92.33	99.75 b	54.00	50.00	52.00 ab	97.83	111.83	104.83
RAB	65.17	58.33	61.75 a	52.00	59.33	55.66 a	92.83	83.33	88.08
Media*	70.64 ns	69.73 ns		53.57 ns	52.93 ns		92.57 ns	90.10 ns	

* Medias seguidas de la misma letra no son estadísticamente significativas (lsd 0.95), ns: diferencia no significativa.

Tabla 2: Porcentaje de materia seca.

	Marzo 2001			Julio 2001			Julio 2002		
Linea	E+	E-	Media ns	E+	E-	Media*	E+	E-	Media**
CAB	27.39	28.94	28.17	74.47	77.15	75.81 a	65.95	67.26	61.61a
VIT	28.42	28.71	28.56	75.31	81.61	78.46 ab	70.27	69.60	69.93 ab
SAN	29.30	31.45	30.38	82.82	83.78	83.30 b	73.57	74.57	74.07 b
PEN	29.01	31.14	29.01	76.43	75.95	76.19 a	68.87	67.91	68.39 a
RAB	29.54	27.28	28.41	77.68	79.49	78.58 ab	70.40	68.76	69.58 a
Media*	28.72 ns	29.50 ns		77.34 ns	79.60 ns		69.68 ns	69.76 ns	

Medias con distinta letra son significativamente diferentes con * p= 0.90, ** p= 0.95, *** p= 0.99

Tabla 3: Composición química en plantas infectadas (E+) y no infectadas (E-) de cinco líneas medio-hermanas de *Festuca rubra*.

	Estado vegetativo			Estado reproductivo		
Nitrógeno, g/kg	E+	E-	Media ns	E+	E-	Media***
CAB	23.63	22.33	22.98	4.35	4.02	4.18 a
VIT	22.55	21.73	22.14	5.77	5.37	5.57 c
SAN	23.47	20.67	22.07	4.17	4.37	4.27 a
PEN	20.85	20.28	20.56	4.98	5.53	5.26 bc
RAB	22.68	22.35	22.52	4.47	4.90	4.68 ab
Media	22.64*	21.47 *		4.75 ns	4.84 ns	
Fósforo, g/kg	E+	E-	Media***	E+	E-	Media***
CAB	2.85	2.73	2.79 a	0.30	0.21	0.25 a
VIT	3.18	2.72	2.95 a	0.48	0.36	0.42 b
SAN	2.97	2.45	2.71 a	0.19	0.22	0.20 a
PEN	2.82	2.68	2.75 a	0.48	0.47	0.47 b
RAB	3.55	3.23	3.39 b	0.40	0.38	0.39 b
Media	3.07***	2.76***		0.37 ns	0.32 ns	
Sodio, g/kg	E+	E-	Media	E+	E-	Media***
CAB	-	-	-	0.067	0.071	0.069 a
VIT	-	-	-	0.110	0.096	0.103 b
SAN	-	-	-	0.126	0.170	0.148 c
PEN	-	-	-	0.100	0.086	0.093 ab
RAB	-	-	-	0.129	0.100	0.114 b
Media	--	--	--	0.106 ns	0.104 ns	

Tabla 3. Composición química: continuación.

	Estado vegetativo			Estado reproductivo		
Potasio, g/kg	E+	E-	Media**	E+	E-	Media ns
CAB	23.60	20.58	22.09 a	8.37	9.10	8.73
VIT	22.77	24.47	23.62 a	10.40	11.42	10.91
SAN	22.52	22.27	22.39 a	10.57	12.00	11.28
PEN	18.22	25.44	21.83 a	8.30	10.37	9.33
RAB	27.37	28.48	27.92 b	11.02	9.75	10.38
Media	22.89 ns	24.24 ns		9.73 ns	10.53 ns	
Calcio, g/kg	E+	E-	Media*	E+	E-	Media**
CAB	3.52	3.30	3.41 ab	1.17	0.91	1.04 ab
VIT	3.45	3.25	3.35 a	1.21	0.97	1.09 abc
SAN	4.18	3.53	3.86 ab	1.12	1.14	1.13 bc
PEN	3.82	4.02	3.92 ab	1.11	0.83	0.97 a
RAB	3.75	4.20	3.97 b	1.37	1.01	1.19 c
Media	3.74 ns	3.66 ns		1.19***	0.97***	
Magnesio, g/kg	E+	E-	Media ns	E+	E-	Media**
CAB	0.83	0.90	0.87	0.43	0.40	0.41 a
VIT	0.79	0.80	0.79	0.64	0.38	0.51 b
SAN	0.80	0.87	0.83	0.37	0.42	0.39 a
PEN	0.87	0.84	0.85	0.37	0.31	0.34 a
RAB	0.78	0.82	0.80	0.44	0.38	0.41 a
Media	0.81 ns	0.84 ns		0.45**	0.38**	
Manganeso, ppm	E+	E-	Media ns	E+	E-	Media ns
CAB	67.17	76.00	71.58	10.71	9.25	9.98
VIT	63.25	75.33	69.29	12.04	14.33	13.19
SAN	69.87	72.67	71.27	11.17	13.25	12.21
PEN	72.79	86.65	79.72	11.54	10.58	11.06
RAB	71.71	82.29	77.00	12.17	9.62	10.89
Media	68.96**	78.59**		11.52 ns	11.41 ns	
Cobre, ppm	E+	E-	Media ns	E+	E-	Media
CAB	3.87	3.42	3.64	1.27	1.38	1.33 ab
VIT	4.04	4.33	4.19	1.21	1.82	1.52 a
SAN	4.25	3.50	3.87	0.53	1.20	0.87 b
PEN	3.29	3.40	3.34	0.72	1.04	0.88 b
RAB	3.79	5.08	4.44	1.02	1.10	1.06 ab
Media	3.85 ns	3.95 ns		0.95**	1.31**	
Zinc, ppm	E+	E-	Media*	E+	E-	Media ns
CAB	18.37	19.54	18.96 a	3.87	2.75	3.31
VIT	18.92	19.79	19.36 a	4.08	4.58	4.33
SAN	19.12	18.75	18.94 a	5.00	3.42	4.21
PEN	16.87	18.05	17.46 a	3.92	4.12	4.02
RAB	21.96	23.17	22.56 b	3.62	3.62	3.62
Media	19.05 ns	19.86 ns		4.10 ns	3.70 ns	

Tabla 3: Composición química: continuación.

	Estado vegetativo			Estado reproductivo		
Hierro, ppm	E+	E-	Media	E+	E-	Media***
CAB	-	-		26.92	21.25	24.08 b
VIT	-	-		28.00	27.58	27.79 c
SAN	-	-		19.75	22.29	21.02 ab
PEN	-	-		21.46	19.58	20.52 a
RAB	-	-		23.21	25.00	24.10 b
Media				23.87 ns	23.14 ns	

Tabla 4: Contenido de fibra ácido detergente, fibra neutro detergente, lignina y digestibilidad de la materia orgánica.

	Estado vegetativo			Estado reproductivo		
FAD, %	E+	E-	Media ns	E+	E-	Media***
CAB	29.40	30.72	30.06	45.91	47.08	46.50 c
VIT	30.90	31.26	31.08	40.26	44.89	42.57 a
SAN	29.84	31.92	30.88	45.03	45.12	45.07 bc
PEN	31.62	31.53	31.57	43.69	43.38	43.54 ab
RAB	30.40	29.93	30.16	45.36	44.48	44.92 bc
Media	30.43 ns	31.07 ns		44.05 ns	44.99 ns	
FND, %	E+	E-	Media*	E+	E-	Media*
CAB	52.72	55.95	54.33ab	78.48	80.82	79.65 a
VIT	55.19	55.88	55.54a	74.62	78.66	76.64 b
SAN	53.51	56.21	54.86ab	79.55	79.94	79.74 a
PEN	56.14	55.10	55.62a	77.51	77.76	77.63 ab
RAB	53.44	52.29	52.87b	77.99	79.68	78.84 ab
Media	54.20 ns	55.08 ns		77.63**	79.37**	
Lignina, %	E+	E-	Media ns	E+	E-	Media ns
CAB	1.60	1.73	1.66	6.14	7.65	6.90
VIT	1.79	1.77	1.78	5.85	6.82	6.34
SAN	1.59	1.69	1.64	6.36	6.74	6.55
PEN	1.96	1.88	1.92	6.10	6.57	6.34
RAB	1.45	2.10	1.78	6.25	6.52	6.38
Media	1.68 ns	1.83 ns		6.14***	6.86***	
DMO, %	E+	E-	Media ns	E+	E-	Media***
CAB	83.74	78.61	81.17	42.41	35.58	38.99 c
VIT	81.11	80.66	80.89	48.43	42.47	45.45 a
SAN	81.91	75.62	78.76	46.66	41.05	43.86 ab
PEN	78.04	77.25	77.64	42.62	40.40	41.51 b
RAB	82.13	83.10	82.61	44.44	41.29	42.86 b
Media	81.39*	79.05*		44.91***	40.16***	

Conclusiones

Se ha observado un efecto de la infección endofítica en la composición química, pero no en la producción de biomasa. Sin embargo, dependiendo del estado de desarrollo de la planta, vegetativo o reproductivo, se han detectado diferentes efectos de la infección endofítica en la composición química. Esto tiene sentido teniendo en cuenta la gran diferencia anatómica existente entre tejidos como hojas y vainas foliares, que forman la muestra vegetativa, y tallos maduros, que forman la muestra de estado reproductivo. Esta diferencia se puede apreciar al comparar los valores medios de muestras vegetativas y reproductivas obtenidos para prácticamente todos los parámetros evaluados. En la mayoría de los casos los valores medios en tejido vegetativo son muy superiores a los del tejido reproductivo. Los análisis de composición química se volverán a realizar con muestras de años posteriores para determinar si las diferencias atribuibles a la infección endofitica son estables.

El único efecto de la infección endofítica que ha sido detectado en plantas en estado vegetativo y reproductivo es la digestibilidad de la materia orgánica (OMD), en ambos casos las plantas infectadas por endofitos presentan una mayor digestibilidad.

Aunque no se han observado diferencias en producción de biomasa, tampoco se han analizado datos de peso y número de semillas producidas por las plantas. Una mayor producción de semillas podría explicar de manera simple por qué hay una mayoría de plantas infectadas en pastos naturales, ya que *E. festucae* se transmite eficientemente por semilla.

Agradecimientos

Este trabajo se ha financiado con el proyecto AGF99-1119 del Plan Nacional I+D. Agradecemos la colaboración de María Romo, Yolanda Arnaiz y Carlos Estévez.

Referencias bibliográficas

CLAY, K.; SCHARDL, C. 2002. Evolutionary origins and ecological consequences of endophyte symbiosis with grasses. *The American Naturalist* **160,**S99-S127.

DUQUE MACIAS, F. 1971. Determinación conjunta de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn en plantas. *Anales de Edafología y Agrobiología* **30,** 207-229.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis. *Agricultural Handbook No. 379.* ARS, US Department of Agriculture, 20 pp.

MALINOWSKI, D.P.; BELESKY, D. 2000. Adaptations of endophyte infected cool season grasses to environmental stresses: mechanisms of drought and mineral stress tolerance. *Crop Science* **40,** 923-940.

ZABALGOGEAZCOA, I.; VÁZQUEZ DE ALDANA, B.R.; GARCÍA CRIADO, B.; GARCÍA CIUDAD; A. 1999. The infection of *Festuca rubra* by the endophyte *Epichloë festucae* in Mediterranean permanent grasslands. *Grass and Forage Science* **54,** 91-95.

GROWTH AND CHEMICAL COMPOSITION OF *FESTUCA RUBRA* ASSOCIATED TO THE FUNGAL ENDOPHYTE *EPICHLOË FESTUCAE*

SUMMARY

In the dehesa grasslands of the province of Salamanca, close to 70 % of the *Festuca rubra* plants are infected by the fungal endophyte *Epichloë festucae*. An experiment was done to compare the biomass production and chemical composition of five half-sib families of *Festuca rubra*. Each family was composed by an endophyte infected and an endophyte free version of the half-sib plants. In the vegetative state the N and P content and the organic matter digestibility (OMD) were greater in infected plants but the Mn content was lower. In plants in a reproductive stage, Mn, Ca, and OMD were greater in infected plants. However, Cu, NDF, and lignin were lower in these plants than in the non infected ones.

Key words: *Neotyphodium*, forage quality, digestibility.

FESTUCA RUBRA EN PASTOS DE DEHESA: INCIDENCIA DE LA INFECCIÓN ENDOFÍTICA EN LA PRODUCCIÓN DE COMPONENTES ANTICALIDAD

B.R. Vázquez de Aldana, A. García Ciudad, I. Zabalgogeazcoa y B. García Criado

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología – CSIC. Cordel de Merinas 40-52. 37008 Salamanca.

Resumen

Festuca rubra es una gramínea frecuente en los pastos de dehesa de la provincia de Salamanca, donde un 70 % de las plantas de esta especie están infectadas por el hongo endofítico *Epichloë festucae*. Las gramíneas infectadas producen ergovalina, un alcaloide tóxico para el ganado vacuno, por lo que es considerado como un componente anticalidad. En este trabajo se planteó determinar si la infección endofítica debe ser considerada como un componente anticalidad en poblaciones de *Festuca rubra* de los pastos de dehesa de la provincia de Salamanca, para lo cual se determinó el contenido del alcaloide ergovalina en plantas de dos poblaciones diferentes. Se detectó ergovalina en un 16,6 % de las plantas de la población de Servández y un 41,6 % de la población de Palancar, con concentraciones que oscilan entre 0,06-0,25 µg g^{-1} MS en muestras de tallos y de 0,05-0,75 µg g^{-1} MS en muestras de semilla. Los niveles encontrados están por debajo del considerado como crítico para el ganado vacuno.

Palabras clave: ergovalina, *Epichloë*, endofitos, alcaloides, gramíneas.

Introducción

En los pastos de la dehesa de la provincia de Salamanca, de composición florística muy variada, las gramíneas comprenden hasta un 80 % (en peso seca), siendo *Festuca rubra* una de las especies frecuentes. Esta gramínea perenne se caracteriza por su capacidad de persistencia en condiciones adversas (sequía, salinidad...) y menor demanda de nutrientes en relación a otras especies más productivas como *Lolium perenne*, ofreciendo una calidad nutritiva aceptable (Golinski y Kozlowski, 1998), por lo que su uso y valoración se han incrementado en los últimos años. Además, es una de las especies cespitosas más importante en Europa y EEUU, valorada por la textura fina de su hoja y porte ornamental, pocas necesidades de riego y fertilizantes y tolerancia a la sombra.

Los hongos endofíticos del género *Epichloë* forman asociaciones perennes con varias especies de gramíneas entre las que se encuentra *Festuca rubra*. En poblaciones de *Festuca rubra* procedentes de los pastos de dehesa de la provincia de Salamanca se ha encontrado que el 70 % de las plantas están infectadas por el hongo endofítico *Epichloë festucae* (Zabalgogeazcoa *et al.*, 1999). Uno de los resultados de la interacción gramínea-endofito es la producción de alcaloides tóxicos en las plantas infectadas. La ergovalina es uno de los alcaloides fúngicos detectado en *Festuca rubra*. Desde el punto de vista de la planta, estos metabolitos secundarios son considerados como un mecanismo de defensa antiherbívoro; sin embargo, dichos compuestos en gramíneas de pas-

tos y forrajes, son considerados como componentes anticalidad ya que son responsables de la disminución en producción animal. La ergovalina está directamente relacionada con la festucosis, un síndrome asociado al consumo de praderas infectadas por hongos endofíticos, que afecta a ganado vacuno, ovino y equino, con síntomas como disminución de la ganancia media diaria y problemas reproductivos (Schmidt y Osborn, 1993). Este síndrome ha causado graves pérdidas económicas en producción animal en países como EEUU, donde un 90 % de las praderas de festuca alta están infectadas por hongos endofíticos.

El objetivo de este trabajo fue determinar si la infección endofítica debe ser considerada como un factor anticalidad en poblaciones de *Festuca rubra* de los pastos de dehesa de la provincia de Salamanca, para lo cual se determinó el contenido del alcaloide ergovalina en plantas de dicha especie.

Material y métodos

Se seleccionaron dos localidades en la zona de pastos de dehesa de la provincia de Salamanca –Servández y Palancar– en las que previamente se había detectado la presencia de plantas de *Festuca rubra* infectadas por el hongo endofítico *Epichloë festucae*. En cada una de las dos dehesas se recogieron plantas de *F. rubra* dejando una distancia mínima entre plantas de 20 m y se transplantaron a la finca experimental Muñovela, donde se mantienen creciendo en suelo. Se recogieron 30 plantas en Palancar y 40 plantas en Servández.

Se determinó la infección endofítica en todas las plantas de ambas poblaciones, analizando al microscopio muestras de médula del tallo de la espiga, teñidas con azul de anilina. También se aisló el hongo de piezas de tallo y vaina foliar esterilizadas superficialmente y colocadas en placas de agar y dextrosa, para verificar la infección.

Para el análisis del alcaloide ergovalina, se tomaron muestras de todas las plantas a final de la primavera de 2001, en fase de emergencia de la inflorescencia, y posteriormente, en Julio del mismo año, se recogieron muestras de semillas. En Junio del año siguiente (2002) se muestrearon de nuevo las plantas en las que se había detectado la presencia de ergovalina. Se retiraron las hojas secas de las muestras, de forma que éstas comprenden principalmente tallos con espigas. Las muestras de tallos con espigas se secaron en un liofilizador a –30ºC y posteriormente se molieron. Las semillas se molieron directamente.

El análisis de ergovalina se llevó a cabo en muestras de forraje y semillas siguiendo el método de Hill *et al.* (1993) con las modificaciones sugeridas por Yue *et al.* (2000), según se describe a continuación. Se trata 1,0 g de muestra seca y molida en 20 ml de $CHCl_3$-1 mM NaOH (40:1) durante tres horas en un baño a temperatura ambiente con agitación. La mezcla se filtra (Whatman nº 2) y 10 ml del filtrado se pasan por una columna en fase sólida con un relleno de 500 mg de Ergosil (Analtech). Las interferencias son eliminadas con $CHCl_3$-acetona (3:1) y posteriormente los alcaloides ergopeptínicos se eluyen con 2-3 ml de CH_3OH. Se evapora el disolvente a vacío (Concentrador Speed-Vac) y el residuo seco se redisuelve en 1 ml de CH_3OH. La ergovalina se detectó en un sistema HPLC Waters 2695, con un detector de fluorescencia (Waters 2475) a la longitud de onda de excitación de 310 nm y de emisión a 415 nm, utilizando una columna cromatográfica Xterra MS C18; 3,5 mm; 4,6 x 100 mm (Waters). La fase móvil consistió en una mezcla acetonitrilo al 35 % en un tampón acetato amónico 0,1 M a un flujo de 1,0 ml/min. La muestra de ergovalina utilizada como patrón fue suministrada por el Dr. Forrest Smith (Auburn University).

Resultados y discusión

Un 80 % de las plantas de *F. rubra* examinadas de la población de Palancar y un 78 % de las plantas de la población de Servández resultaron estar infectadas por el endofito *Epichloë festucaë*.

El alcaloide ergovalina se detectó, en niveles cuantificables, en 10 de las 24 plantas de *Festuca rubra* infectadas de la población de Palancar (41,6 %) y en cinco de las 30 plantas infectadas de

la población de Servández (16,6 %) (Tabla 1). En las plantas de la población de Palancar en las que se detectó ergovalina, este alcaloide sólo fue detectado en cantidades cuantificables en las muestras de semilla, y no en las correspondientes muestras de tallos con espigas recogidas en el mismo año; sin embargo, en las muestras recogidas en el año 2002 sí se detectó ergovalina en muestras de tallos (Tabla 2). En la población de Servández sólo se detectó ergovalina en un 16,6 % de las plantas infectadas analizadas, encontrándose tanto en muestras de tallos como en muestras de semilla del muestreo de 2001.

Tabla 1: Frecuencia de infección endofítica y porcentaje de plantas con ergovalina en dos poblaciones de *Festuca rubra*.

Población	Plantas infectadas	Plantas con ergovalina
Palancar	80 % (24/30)	41,6 % (10/24)
Servández	78 % (31/40)	16,6 % (5/30)

En general, la concentración de ergovalina en las muestras de tallos con espigas del muestreo de 2002 es mayor que la del muestreo de 2001. Además, en ambas poblaciones, hay varias plantas con niveles no cuantificables de ergovalina en el muestreo de 2001, y en el muestreo de 2002 mostraron concentraciones entre 0,06 y 0,25 µg g^{-1} MS (Tabla 2). Esto puede indicar un efecto de las condiciones ambientales en la concentración de este alcaloide, como Cagas *et al.* (1999) han encontrado en ecotipos de *Festuca pratensis* y *Lolium perenne*.

La concentración de ergovalina encontrada en las poblaciones de *F. rubra* oscila entre 0,06-0,23 µg g^{-1} MS en muestras de tallos con espigas y entre 0,05-0,75 µg g^{-1} MS en muestras de semilla (Tabla 2). Estos niveles son similares a los encontrados por Leutchmann *et al.* (2000) y por Bazely *et al.* (1997) en *Festuca rubra* de pastos naturales suizos y escoceses respectivamente; sin embargo Yue *et al.* (1997) encuentran en cultivares de dicha especie concentraciones más elevadas, dentro del rango 0,33-3,26 µg g^{-1} MS (Yue *et al.*, 1997).

Tabla 2: Concentración de ergovalina (µg g^{-1} MS) en plantas de *Festuca rubra* de las poblaciones Palancar (PAL) y Servández (SERV) infectadas, en muestras de tallos con espigas y de semilla.

	2001		2002
Nº planta	Tallos con espigas	Semilla	Tallos con espigas
PAL - 8	ND	0,06	
PAL - 9	ND	0,14	0,06
PAL - 9	ND	0,14	0,06
PAL - 11	ND	NQ	0,09
PAL - 14	NQ	NQ	0,19
PAL - 20	NQ	0,19	0,25
PAL - 23	ND	0,08	0,10
PAL -25	NQ	NQ	0,06
PAL - 26	NQ	0,11	0,16
PAL - 27	ND	NQ	0,17
PAL - 33	NQ	0,06	0,06
SERV - 10	ND	NQ	0,10
SERV - 13	0,08	0,05	0,07
SERV - 15	0,08	0,15	0,18
SERV - 24	0,1	0,75	0,23
SERV - 26	ND	NQ	0,12

ND = no detectado; NQ = trazas, no cuantificable.

La ergovalina es un alcaloide tóxico para el ganado vacuno, ovino y equino. La mayoría de los autores señalan 0,40 µg g^{-1} MS como el nivel crítico de ergovalina en la dieta, por encima del cual se observan síntomas clínicos de festucosis en el ganado vacuno (Aldrich-Markham y Pirelli, 1995). Uno de los síntomas asociados a la festucosis es una reducción de la ganacia media diaria que puede llegar a ser la mitad de la observada en animales bajo consumo de gramíneas no infectadas (Paterson *et al.*, 1995). Los niveles de ergovalina encontrados en las muestras de tallos analizadas se encuentra en el rango comprendido entre 0,06-0,25 µg g^{-1} MS, por debajo del nivel considerado como crítico para el ganado; únicamente en la muestra de semilla de un planta se encontró una concentración por encima del nivel crítico. Debido a las interacciones que puedan existir con factores ambientales, podría ocurrir que en un determinado año de sequía pueda aumentar la concentración de ergovalina (Belesky *et al.*, 1989). Sin embargo, hay que tener en cuenta además, que en estos ecosistemas existe una elevada diversidad florística que puede ejercer un efecto de dilución en el contenido de ergovalina, de forma que la concentración de ergovalina en las especies infectadas no resulte tóxica al considerar la dieta del animal en su conjunto.

Conclusiones

Teniendo en cuenta que un 80 % de las plantas de *F. rubra* están infectadas, y que el porcentaje de plantas infectadas con ergovalina oscila entre 17-42 %, con unas concentraciones por debajo del nivel considerado como crítico para el ganado, podríamos concluir que la presencia de hongos endofíticos en poblaciones de *F. rubra* de la dehesa salmantina, no debe ser considerada como factor anticalidad que pueda afectar a la producción animal, puesto que, aunque la incidencia de la infección endofítica sea elevada, los niveles de ergovalina producidos por el hongo en la planta son bajos.

Agradecimientos

Este trabajo ha contado con la financiación del Proyecto AGF99-1119 de la CICYT. Se agradece la colaboración prestada por Yolanda Arnaiz Pita en el análisis de químico.

Referencias bibliográficas

ALDRICH-MARKHAM, S.; PIRELLI, G. 1995. Endophyte toxins in grass seed fields and straw. Report of Oregon State University Extention Services. Corvallis, Oregon. EM 8598.

BAZELY, D. R.; VICARI, M.; EMMERICH, S.; FILIP, L.; LIN, D.; INMAN, A. 1997. Interactions between herbivores and endophyte-infected *Festuca rubra* from the Scottish islands of St. Kilda, Benbecula and Rum. *Journal of Applied Ecology*, **34**, 847-860.

BELESKY, D. P.; STRINGER, W. C.; PLATTNER, R. D. 1989. Influence of endophyte and water regime upon tall fescue accessions. II. Pyrrolizidine and ergopeptine alkaloids. *Annals of Botany*, **64**, 343-349.

CAGAS, B.; FLIEGER, M.; OLSOVSKA, J. 1999. Concentration of ergot alkaloids in Czech ecotypes of *Lolium perenne* and *Festuca pratensis*. *Grass and Forage Science*, **54**, 365-370.

GOLINSKI, P.; KOZLOWSKI, S. 1998. Biological and chemical properties of creeping red fescue from the point of view of its utilization in dificult site conditions. *Grassland Science in Europe*, **3**, 699-702.

HILL, N. S.; ROTTINGHAUS, G. E.; AGEE, C. S.; SCHULTZ; L. M. 1993. Simplified sample preparation for HPLC analysis of ergovaline in tall fescue. *Crop Science*, **33**, 331-333.

LEUCHTMANN, A.; SCHMIDT, D.; BUSH, L. P. 2000. Different levels of protective alkaloids in grasses with stroma-forming and seed-transmitted *Epichloe/Neotyphodium* endophytes. *Journal of Chemical Ecology*, **26**, 1025-1036.

PATERSON, J.; PORCHERIO, C.; LARSON, B.; SAMFORD, M.; KERLEY, M. 1995. The effects of fescue toxicosis on beef cattle productivity. *Journal of Animal Science*, **73**, 889-898.

SCHMIDT, S. P.; OSBORN, T. G. 1993. Effects of endophyte-infected tall fescue on animal performance. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **44**, 233-262.

YUE, Q.; JOHNSON CICALESE, J.; GIANFAGNA, T. J.; MEYER, W. A. 2000. Alkaloid production and chinch bug resistance in endophyte-inoculated chewings and strong creeping red fescues. *Journal of Chemical Ecology*, **26**, 279-292.

YUE, Q.; LOGENDRA, S.; FREEHOFF, A.; RICHARDSON, M. D. 1997. Alkaloids of turf-type fine fescue (*Festuca* sp.). En: *Neotyphodium /Grass Interactions*, 285-287. Ed. C.W. BACON, N.S. HILL. Plenum Press, New York.

ZABALGOGEAZCOA, I.; VAZQUEZ DE ALDANA, B. R.; GARCIA CRIADO, B.; GARCIA CIUDAD, A. 1999. The infection of *Festuca rubra* by the fungal endophyte *Epichloë festucae* in Mediterranean permanent grasslands. *Grass and Forage Science*, **54**, 91-95.

FESTUCA RUBRA IN DEHESA GRASSLANDS: INCIDENCE OF ENDOPHYTES IN ANTIQUALITY COMPONENTS PRODUCTION

SUMMARY

A 70 % of the *Festuca rubra* plants from dehesa grasslands (province of Salamanca) are infected by the endophytic fungus *Epichloë festucae*. Infected grasses produce ergovaline, a toxic alkaloid for livestock, and therefore it is considered as an antiquality pasture component. The objective of this study was to determine whether *Festuca rubra* endophyte should be considered as an antiquality component in the dehesa pastures. For this purpose the ergovalina alkaloid was quantified in two *F. rubra* plant populations. Ergovaline was detected in 16.6 % of the plants from Servandez population and in 41.6 % of the plants from Palancar population. The ergovaline concentration ranged from 0.06-0.25 μg g^{-1} DM in forage samples and 0.05-0.75 μg g^{-1} DM in seed samples. These concentrations found in forage are below the threshold level for toxicity in cattle.

Key words: ergovaline, *Epichloë*, endophytes, alkaloids, grasses.

PERSISTENCIA, PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y CALIDAD NUTRITIVA DEL RAIGRÁS INGLÉS INFECTADO CON UNA CEPA DE HONGO ENDOFITO EN EL CUARTO AÑO DE ENSAYO EN GALICIA

J.A. Oliveira,[1] E. González,[2] L Costal,[2] y P. Castro[1]

[1] Área de Producción Vegetal. Dpto. de Biología de Organismos y Sistemas. Campus de Mieres. Universidad de Oviedo. 33600 Mieres. España. E-mail: oliveira@correo.uniovi.es.
[2] Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña. España. E-mail: ernesto.gonzalez.arraez@mail.xunta.es; ciala007@igatel.igape.es; ciala011@igatel.igape.es.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar la respuesta en persistencia, producción de materia seca y valor nutritivo de dos genotipos de raigrás inglés infectados con una cepa del hongo endofito *Neotyphodium lolii* y los mismos genotipos no infectados. Los genotipos infectados (EI) se obtuvieron por cruzamiento independiente entre una planta infectada con dos plantas no infectadas, recogiendo la semilla en la planta infectada. Los genotipos no infectados (EF) se obtuvieron recogiendo la semilla en las plantas no infectadas. En el cuarto año de ensayo, la presencia del hongo endofito no influyó significativamente ($P > 0,05$) en la persistencia ni en la producción de materia seca. Sin embargo, la presencia de hongo endofito aumentó significativamente ($P < 0,05$) la digestibilidad *in vitro* media anual (745 g/kg en EI respecto a 737 g/kg en EF) pero no tuvo ninguna influencia significativa ($P > 0,05$) en el contenido en proteína bruta ni en el contenido en carbohidratos solubles.

Palabras clave: ensayos, *Lolium perenne, Neotyphodium lolii.*

Introducción

En poblaciones de raigrás inglés (*Lolium perenne* L.) recogidas en el Norte de España se ha comprobado la existencia del hongo endofito *Neotyphodium lolii* (Oliveira y Castro, 1998), de manera similar a lo ocurrido en poblaciones de raigrás inglés recogidas en otros países europeos (Lewis *et al.*, 1997). Varios estudios europeos han mostrado que la presencia de los hongos endofitos parece aportar alguna ventaja al raigrás inglés en zonas con estreses (sequía, temperaturas altas en verano, déficits hídricos, etc.), en ausencia de ataques claros de insectos (Ravel *et al.*, 1995; Oliveira *et al.*, 1997). Algunos estudios también han mostrado que los pastos infectados con dichos hongos pueden causar problemas de salud en herbívoros (Fletcher *et al.*, 1993).

En las condiciones climáticas gallegas se comprobó que las poblaciones infectadas con los hongos *Neotyphodium* producen los alcaloides lolitreno B y ergovalina (Oliveira *et al.*, 1997; Oliveira *et al.*, 2002c).

Los efectos beneficiosos del hongo son el resultado de interacciones específicas entre las plantas que albergan el hongo, la cepa del hongo y las condiciones ambientales (Lewis, 1990). En la

mayoría de los ensayos, los tratamientos con endofito y sin endofito consisten en genotipos (o cultivares) con sus endofitos naturales y los mismos genotipos sin endofitos. Este tipo de material hace muy difícil separar los efectos de los genotipos de la planta y del hongo.

Debido a esto, se planteó este estudio para investigar los efectos de la infección con una cepa de un hongo endofito en el comportamiento agronómico y el valor nutritivo de dos genotipos de raigrás inglés en dos localidades de Galicia, con condiciones de clima y suelo diferentes.

Material y métodos

El ensayo se inició en otoño de 1998, estableciéndose en dos lugares de Galicia: Mabegondo (A Coruña), a 100 m de altitud, y Puebla de Brollón (Lugo), a 400 m de altitud.

Las parcelas en Mabegondo están situadas sobre un suelo franco limoso y en Puebla de Brollón sobre un suelo franco arenoso. Puebla de Brollón es una localidad que presenta un mayor estrés climático que Mabegondo ya que se caracteriza por mayores temperaturas medias de máximas y déficits hídricos en verano y por temperaturas medias mínimas más bajas (datos medios climáticos de 30 años) que en Mabegondo (28,9 ºC frente a 24,3 ºC, -144 mm frente a -124 mm y 1,6 ºC frente a 3,4 ºC, respectivamente). Estas condiciones limitan el crecimiento del raigrás inglés y el número de cortes durante el año en Puebla de Brollón.

Los detalles de la obtención de los dos genotipos de raigrás inglés infectados con el hongo endofito y del ensayo en general se describieron en Oliveira *et al.* (2002b).

Como abonado de mantenimiento se aplicaron 100 kg/ha de P_2O_5 en ambos campos, 200 kg/ha de K_2O en Mabegondo y 100 kg/ha en Puebla de Brollón. La cantidad de Nitrógeno aportada fue de 100 kg/ha en Puebla de Brollón (3 cortes) y 150 kg/ha en Mabegondo (4 cortes). En cada corte se hicieron controles de rendimiento en el campo con motosegadora, cogiéndose una muestra para determinación de materia seca en estufa de aire forzado a 80 ºC durante 17 horas. Posteriormente las muestras ya secas se molieron en molino Christy-Norris provisto de un tamiz de 1 mm para la determinación, en el espectrofotómetro de infrarrojo próximo (NIRS) y siguiendo las ecuaciones actualizadas por Castro y Oliveira (1996), de la digestibilidad *in vitro* (IVOMD), proteína bruta (PB) y contenido en carbohidratos solubles en agua (CSA).

Además, se realizó una estimación visual de la persistencia de las plantas de raigrás inglés en cada parcela al final del 2002 (cuarto año después de la siembra de las parcelas). Este carácter se anotó considerando una escala de 1 (porcentaje de superficie de parcela cubierta con plantas de raigrás inferior al 10 %; mala persistencia) a 9 (porcentaje de superficie de parcela cubierta con plantas de raigrás superior al 90 %; muy buena persistencia).

Los datos obtenidos, se analizaron considerando de manera conjunta las dos localidades, mediante un análisis de varianza con los efectos principales localidad, bloque, genotipo, versión de endofito y todas las interacciones; el efecto bloque se introdujo jerarquizado al de localidad. En ausencia de interacción significativa, las medias del efecto principal versión de endofito se compararon con el método de Bonferroni (SAS, 1994).

Resultados y discusión

Al no haber observado ninguna interacción significativa para la producción de materia seca y la persistencia (Tabla 1) se interpretarán los efectos principales. El efecto localidad fue altamente significativo ($P < 0,001$) mostrándonos la diferente capacidad productiva de las dos localidades. En cambio los efectos genotipo y versión de endofito no resultaron significativos ($P > 0,05$) para ninguno de los dos caracteres.

Tabla 1: Análisis de varianza de la producción de materia seca (MS en t/ha) y valor nutritivo (PB = proteína bruta en g/kg MS, CSA = carbohidratos solubles en agua en g/kg MS e IVOMD = digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica en g/kg de materia orgánica, PER = persistencia en escala de 1 = menos del 10 % de la superficie cubierta con raigrás a 9 = más del 90 % de la superficie cubierta con raigrás) en dos genotipos de raigrás inglés infectados con una cepa de hongo endofito y los mismos genotipos no infectados en el cuarto año de estudio. Gl = Grados de libertad; Lo = localidad; Ge = genotipos de raigrás inglés; En = versiones de endofitos; Ge*En, Lo*En, Lo*Ge, Lo*Ge*En son las interacciones. *,**,***, NS = Test F significativo al nivel P < 0,05, 0,01 y 0,001 y no significativo (P > 0,05), respectivamente.

Fuente de variación	Cuadrados Medios					
	Gl	MS	PB	CSA	IVOMD	PER
Lo	1	33,58***	50,08***	66,27***	217,77***	104,27***
Bl (lo)	7	1,65NS	7,12***	3,70*	2,16NS	1,42NS
Ge	1	0,12NS	1,10NS	0,01NS	0,51NS	1,61NS
En	1	0,58NS	1,67NS	0,96NS	8,57**	2,69NS
Ge*En	1	0,36NS	0,99NS	2,36NS	1,41NS	0,56NS
Lo*En	1	0,18NS	1,95NS	6,58*	10,15**	0,02NS
Lo*Ge	1	0,27NS	5,50*	2,13NS	0,58NS	0,23NS
Lo*Ge*En	1	1,76NS	0,22NS	0,42NS	1,86NS	0,46NS
Error	21	0,84	1,17	1,26	1,08	1,20

Tabla 2: Valores medios y errores estándar (e.s.) de la producción de materia seca (MS en t/ha) y valor nutritivo (PB = proteína bruta en g/kg MS, CSA = carbohidratos solubles en agua en g/kg MS e IVOMD = digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica en g/kg de materia orgánica, PER = persistencia en escala de 1 = menos del 10% de la superficie cubierta con raigrás a 9 = más del 90 % de la superficie cubierta con raigrás) en dos genotipos de raigrás inglés infectados con una cepa de hongo endofito (EI) y los mismos genotipos no infectados (EF) en el cuarto año de ensayo. Medias seguidas por diferentes letras en las filas difieren significativamente al nivel 5 % de probabilidad según el test T de Bonferroni.

	EI	EF	e.s.
MS	8,6	8,4	0,22
PB	147	143	2,60
CSA - Mabegondo	185a	173b	3,98
CSA - Puebla	149	154	3,66
CSA - media	165	162	2,70
IVOMD - Mabegondo	724a	703b	3,67
IVOMD - Puebla	763	764	3,38
IVOMD - media	745a	737b	2,50
PER	5,0	4,4	0,26

En relación a los caracteres de valor nutritivo, la Tabla 1 nos muestra la presencia de interacciones significativas entre el efecto genotipo del raigrás inglés y la localidad en el caso de la proteína bruta y entre la localidad y versión de endofito para el contenido en carbohidratos solubles y la digestibilidad.

La comparación de medias (Tabla 2) muestra que, en el caso de los caracteres (digestibilidad y carbohidratos) que mostraron interacciones versión de endofito por localidad, significativas, las versiones infectadas (EI) sobrepasaron significativamente (P < 0,05) a las no infectadas (EF), en Mabegondo. En Puebla de Brollón no se observaron diferencias significativas (P > 0,05). Ya que en este trabajo sólo se utilizó una cepa de endofito, las diferencias observadas son válidas únicamente para los genotipos de la planta y el hongo estudiados.

Es bien conocido que la fertilización nitrogenada aumenta la producción de forraje en las gramíneas. Cheplick *et al.* (1989) analizaron los efectos de los endofitos en la producción de materia

seca en plantulas de festuca alta y raigrás inglés con diferentes niveles de fertilización. En ambas especies infectadas con el hongo endofito, la producción de materia seca fue mayor con niveles de fertilización altos, respecto a las mismas especies no infectadas. Sin embargo, a niveles de fertilización limitados, no encontraron diferencias en la producción de materia seca.

La ausencia de efectos significativos de la infección con endofitos en la producción de materia seca en el cuarto años de ensayo, se puede deber a que en este año, las cantidades de abono nitrogenado aplicadas fueron muy similares en ambas localidades (100 unidades de N en Puebla y 150 unidades de N en Mabegondo).

La ausencia de efecto de los endofitos en la productividad del raigrás inglés fue reseñada por Lewis (1990) y Eerens *et al.* (1992) en ambientes húmedos y frescos, como puede ser el caso de Mabegondo y Puebla de Brollón.

El raigrás inglés es susceptible a la sequía y a las altas temperaturas. Al no encontrar un efecto significativo del endofito sobre la persistencia, se puede asumir que las condiciones ambientales de las dos localidades en 2002 no fueron suficientemente estresantes como para suponer un problema para la supervivencia de las plantas de raigrás tras cuatro años de implantación del ensayo.

El hecho de encontrar un efecto positivo de la infección con el hongo endofito en la digestibilidad *in vitro* de los genotipos de raigrás inglés sólo en Mabegondo y no en Puebla se puede deber también al hecho de haber aplicado una fertilización nitrogenada más alta en Mabegondo según mostraron Vázquez-de-Aldana *et al.* (2000) en plantas de *Festuca arundinacea* cultivadas en invernadero. Además de este efecto positivo en la digestibilidad, es necesario tener en cuenta otro aspecto de la calidad nutritiva que es el contenido en alcaloides. Oliveira *et al.* (2002c) mostraron una variación estacional del contenido en ergovalina en los dos genotipos de raigrás estudiados en este trabajo y evaluados en Mabegondo y Puebla de Brollón. Las concentraciones medias del alcaloide ergovalina sin llegar a ser tan altas como para llegar a ser tóxicas para los animales, presentaron una variación estacional, variando desde 0,06 ppm al principio de la primavera a 0,57 ppm en Junio.

Conclusiones

Los resultados obtenidos durante el cuarto año de evaluación no mostraron un efecto significativo de una cepa de hongo endofito en la producción de materia seca y persistencia del raigrás inglés en dos localidades de Galicia. En cambio, se observó una influencia positiva en la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica en la localidad con mejores condiciones para el crecimiento del raigrás.

Agradecimientos

Este trabajo se ha podido realizar gracias a la financiación concedida en el proyecto RF95-017-C2-1 del programa de Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Referencias bibliográficas

CASTRO, P.; OLIVEIRA, J.A., 1996. Breeding for quality: analysis of perennial ryegrass by NIRS. En: *Proceedings of the 16th European Grassland Federation Meeting: Grassland and land use systems*, 41-42. Ed. G. PARENTE. Grado (Italia).

CHEPLICK, G.P.; CLAY, K.; MARKS, S., 1989. Interactions between infection by endophytic fungi and nutrient limitation in the grasses *Lolium perenne* and *Festuca arundinacea*. *New Phytologist*, **111**, 89-97.

EERENS, J.P.J.; RYAN, D.L.; MILLER, K.B., 1992. The ryegrass endophyte in a cool moist environment. En: *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, **54**, 157-160. FLETCHER, L.R.; GARTHWAITE, I.; TOWERS, N.R., 1993. Ryegrass staggers in the absence of lolitrem B. En: *Proceedings of the Second International Symposium on Acremonium/Grass Interactions*, 119-121. Ed. C.E. HUME, G.C.M. LATCH, H.S. EASTON. AgResearch. Grasslands Research Centre. Palmerston North (Nueva Zelanda).

LEWIS, G.C.,1990. Herbage yield of nine genotypes of perennial ryegrass with and without infection by ryegrass endophyte. *Annals of Applied Biology*, **116**, 108-109.

LEWIS, G.C.; RAVEL C.; NAFFAA, W.; ASTIER, C.; CHARMET, G., 1997. Occurrence of *Acremonium* endophytes in wild populations of *Lolium spp.* in European countries and a relationship between level of infection and climate in France. *Annals of Applied Biology*, **130**, 227-238.

OLIVEIRA, J.A.; ROTTINGHAUS, G.E.; COLLAR, J.; CASTRO, P., 1997. The perennial ryegrass endophyte in Galicia (Northwest Spain). *Journal of Agricultural Science*, **129**, 173-177.

OLIVEIRA, J.A.; CASTRO, V., 1998. Incidence of *Neotyphodium* endophytes in Spanish perennial ryegrass (*Lolium perenne L.*) accessions. *Plant Genetic Resources Newsletter*, **113**, 1-3.

OLIVEIRA, J.A.; ROTTINGHAUS, G.; PREGO, C.; GONZÁLEZ, E., 2002a. Contenido en alcaloides en semillas de poblaciones naturales de raigrás inglés del Norte de España infectadas con los hongos endófitos *Neotyphodium*. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales*, Vol. **17** (2), 247-256.

OLIVEIRA, J.A.;GONZALEZ, E., CASTRO, P.; COSTAL, L., 2002b. Producción de materia seca y calidad nutritiva de dos genotipos de raigrás inglés infectados con una cepa de hongo endofito en el tercer año de ensayo en Galicia. En: *Actas de la XLII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, Lleida, 321-325.

OLIVEIRA, J.A.; ROTTINGHAUS, G.; GONZÁLEZ, E.; CASTRO, P., 2002c. Seasonal variations of ergovaline in two perennial ryegrass genotypes. En: *Grassland Science in Europe*, Vol. **7**, 538-539. Ed. J-L. DURAND, J-C. EMILE, C. HUYGHE, G. LEMAIRE. La Rochelle (Francia).

RAVEL, C.; CHARMET, G.; BALFOURIER, F., 1995. Influence of the fungal endophyte *Acremonium lolii* on agronomic traits of perennial ryegrass in France. *Grass Forage Science*, **50**, 75-80.

SAS, 1994. SAS/STAT procedures. SAS Technical Report. SAS Institute Inc., Carry, NC, (Estados Unidos).

VAZQUEZ DE ALDANA, B.R.; GARCIA CIUDAD, A.; ZABALGOGEAZCOA, I.; GARCIA CRIADO, B., 2000. Effect of fungal endophyte infection on nutritional quality in *Festuca arundinacea*. En: *Grassland Science in Europe*, Vol. **5**, 176-178. Ed. K. SOEGAARD, C. OHLSSON, J. SEHESTED, N.J. HUTCHINGS, T. KRISTENSEN. Aalborg (Dinamarca).

PERSISTENCE, DRY MATTER YIELD AND HERBAGE QUALITY IN PERENNIAL RYEGRASS ENDOPHYTE INFECTED ON THE FOURTH YEAR AFTER SOWING IN GALICIA

SUMMARY

The objective of this study was to determine the influence on yield and herbage quality of two perennial ryegrass genotypes infected with the same endophyte (EI) and the same genotypes without endophyte (EF). Infected genotypes were obtained by crossing one naturally infected plant with two non-infected plants. On the fourth year, perennial ryegrass genotype effect was non significant ($P > 0.05$) for persistence and dry matter production. However, endophyte fungus significantly improved ($P < 0.05$) *in vitro* organic dry matter digestibility (745 g/kg in EI versus 737 g/kg in EF) but there was not significant influence ($P > 0.05$) on crude protein and soluble carbohydrates.

Key words: *Lolium perenne, Neotyphodium lolii*, trials.

APLICACIÓN DE RIZOBIOS AL SUELO EN EL CULTIVO DE LEGUMINOSAS ARBUSTIVAS ENDÉMICAS DE CANARIAS

E. Chinea,[1] E. Barquín,[1] y M. León Barrios[2]

[1] Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Depto. de Edafología y Geología. Universidad de La Laguna. C. de Geneto, nº 2. 38204 La Laguna. Tenerife (Canarias). España. Email: echinea@ull.es. [2] Depto. de Microbiología y Biología Celular (ULL)

Resumen

Se sintetizan las experiencias de la inoculación con una cepa de *Bradyrhizobium* aislada de *Chamaecytisus palmensis*, a cuatro leguminosas arbustivas, endémicas de Canarias, poco después de la germinación. El sustrato de siembra contenía suelo sin esterilizar. Se empleó riego localizado varios meses desde el transplante. Se estudió la supervivencia, morfología y producción de materia seca de los arbustos en una finca experimental hasta que tuvieron dos años. Los resultados indican que la inoculación incrementa las producciones de materia seca y la fracción ramoneable pero sin diferencias significativas. La producción de biomasa total obtenida fue de: 3301, 2281, 1770 y 1270 g/arbusto, respectivamente para *Chamaecytisus palmensis*, *Teline osyrioides sericea*, *Teline canariensis* y *Teline osyrioides osyrioides*, en los inoculados. La supervivencia fue superior al 95 %, tanto de los arbustos inoculados como de los sin inocular.

Palabras clave: *Bradyrhizobium*, tagasaste, *Teline*.

Introducción

El 40 % de la superficie emergida del planeta se estima como árida o semiárida. La búsqueda de soluciones a la erosión y desertificación, características típicas de estos ecosistemas, lleva considerables esfuerzos (Barea *et al.*, 1990). Las leguminosas arbustivas de suelos degradados y áridos son ejemplares, por la doble simbiosis radicular con bacterias fijadores de N_2 y hongos micorrícicos, que participan en la captación de nutrientes para la planta. Diversos autores han confirmado la eficacia productiva, conservadora del medio, y la influencia en la revegetación de suelos degradados en zonas áridas, que presentan las leguminosas arbustivas (Correal, 1988; Le Houérou, 1978; Olivares *et al.*, 1988a), pero son pocas las experiencias de inoculación con endófitos seleccionados (Olivares *et al.*, 1988b). En Nueva Zelanda se recomienda la inoculación de plantones de tagasaste con estirpes de *Mesorhizobium loti* aislado de *Lotus pedunculatus* (Russel, 1985). En el presente trabajo se estudia el efecto de la aplicación de una cepa de *Bradyrhizobium* en la supervivencia, morfología y producción de materia seca de cuatro leguminosas arbustivas.

Material y métodos

Material vegetal e inoculación con rizobios. El material estudiado procede de germoplasma recolectado en 1998 en poblaciones naturales de la isla de Tenerife (Chinea 2001): *Chamaecytisus palmensis* (tagasaste), *Teline canariensis*, *T. osyrioides sericea* y *T. osyrioides osyrioides*. Para la siembra se emplearon contenedores forestales. Las semillas germinaron previamente en

to de cultivo de los contenedores (con suelo no esterilizado) se mantuvo húmedo y se hicieron agujeros de un centímetro de profundidad en cada alvéolo para la semilla germinada con radícula de 1-2 mm. Inmediatamente después de sembradas, con una pipeta se inoculó sobre la semilla un mililitro de suspensión densa del cultivo de rizobio crecido a 28 ºC en el medio YM (Vincent, 1970) y conservados a 4 ºC hasta el momento de la inoculación. La cepa empleada fue *Bradyrhizobium* sp. (*Chamaecytisus*) BTA-1, aislada en el Depto. de Microbiología y Biología Celular (ULL) a partir de nódulos de tagasaste (León-Barrios *et al.*, 1991). Después de la inoculación, el agujero se cerró y se afirmó la tierra. En el invernadero se hicieron dos grupos de contenedores: unos con semillas germinadas sin inocular y otro con las inoculadas. Las plántulas se cultivaron durante cinco meses en el invernadero. El transplante a la parcela experimental se realizó el 18/2/99, con un marco de plantación de 1,87x1,04m utilizando 24 individuos por especie. Se colocó un sistema de riego localizado durante los primeros cuatro meses. El diseño estadístico fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones y dos tratamientos (inoculada y sin inocular) para cada especie estudiada. Cada parcela elemental estaba formada por tres arbustos. Al final del ensayo los arbustos tenían una edad de 24 meses.

Características de la parcela. El ensayo se hizo en una parcela de 1000 m^2 con un suelo de tipo Luvisol Háplico, situada a unos 550 msm, en la finca "Tahonilla Baja" (Universidad de La Laguna) y que lleva, desde 1994, dedicada a la domesticación de leguminosas arbustivas endémicas de Canarias con potencial agrosilvopastoral en zonas áridas. Durante este periodo no se ha abonado. Con anterioridad estuvo dedicada al cultivo de *Medicago sativa* (alfalfa). Al haber sido cultivada y haberse realizado laboreo mecánico, presenta una superficie regular.

Características morfológicas y supervivencia. Para cada una de las especies se midieron las alturas, diámetros del vuelo y del tronco de los arbustos de cada parcela elemental. Se tomaron medidas al final de cada estación. Las primeras (Primavera/1999) se hicieron el 2 de junio, sólo de *Chamaecytisus palmensis*, al haber alcanzado la altura adecuada de unos 110 cm. Las segundas (Verano/1999) se tomaron el 21 de septiembre. El último muestreo (Otoño/2000) se efectuó el 14 de diciembre. También se observó el porcentaje de supervivencia.

Materia seca de la parte área. La producción de materia seca de la parte aérea de los arbustos (sin inocular e inoculados) se determinó en Otoño de 2000. Para evitar destruir la plantación solo se muestreó un arbusto por cada parcela elemental. Se eligieron ocho individuos de cada especie, de tipo medio, y se cortaron a ras del suelo. Se separó la fracción ramonebale, compuesta por hojas, brotes y ramas no lignificadas; de la fracción no ramoneable, compuesta por tallos lignificados y troncos. La fracción no ramoneable fue troceada en una picadora Vandaele, modelo Jense AO, diseñada para trocear restos de podas y ramas. Se pesaron en fresco las dos fracciones separadas y se introdujo en la estufa un kilogramo de muestra de cada especie y de cada parcela elemental a una temperatura de 105º C durante 24 horas. Se sacaron y se pesaron.

Análisis estadístico. Los datos obtenidos para las distintas especies se analizaron por la distribución T de Student (nivel de significación $\alpha = 0,05$). El estudio estadístico se hizo siguiendo el programa SPSS 10,00.

Resultados y discusión

Supervivencia de las plantas en la parcela. Los resultados, después de dos años de instalación del experimento, muestran claramente que la inoculación no tuvo efecto notable y que la supervivencia total de las cuatro especies oscila entre el 100 % y el 95 %. Para las condiciones del ensayo, la supervivencia de *Teline canariensis* fue del 100 %, seguida de *T. osyrioides osyrioides* con el 99 %, *Chamaecytisus palmensis* con el 97 % y *T. osyrioides sericea* con el 95 %. Las bajas se produjeron en el primer periodo vegetativo, muchas ocasionadas en los deshierbes mecánicos al dañar el latiguillo la corteza de las plantas. Estos resultados son más altos que los

obtenidos por Barquín y Chinea (1995) para *Teline canariensis* y *Teline osyrioides sericea* donde hubo un 50 % de bajas en el segundo año, con enrollamiento de las raíces en los arbustos muertos, por haber estado en macetas. Un porcentaje de supervivencia tan alto como el obtenido en el presente ensayo se puede considerar un éxito en la adaptación y en cualquier repoblación forestal. Debido a la utilización de bandejas de alvéolos las pocas plantas que murieron no presentaban enrollamiento de las raíces.

Apreciación global. En las Tablas 1 y 2 se aprecian los valores medios de los parámetros: altura, diámetro del tronco y de la copa. Estos valores son los incrementos entre la última medida, realizada en Otoño/2000 y la primera, efectuada en Primavera/1999 o Verano/1999, para los tratamientos con y sin inocular.

De todas las especies *Chamaecytisus palmensis* es la de mayor altura (192,2-151,2 cm), diámetro del tronco (5,9- 5,4 cm) y de la copa (69,9-60,5 cm), producción de materia seca total (3301-2885 g/arbusto) y fracción no ramoneable. Además, es la especie con menor relación fracción ramoneable/fracción no ramoneable (0,05-0,06). En el género *Teline*, *T. osyrioides sericea* es la de mayor altura (77,4-66,7 cm). En *T. canariensis* y *T. osyrioides sericea* la relación fracción ramoneable/fracción no ramoneable es similar (0,4 y 0,5-0,4 respectivamente, para *T. canariensis* y *Teline osyrioides sericea*) pero aumenta significativamente en *T. osyrioides osyrioides* (0,8-0,7).

En la Tabla 1 se aprecia que *Chamaecytisus palmensis* no presenta diferencias significativas en los parámetros estudiados, salvo en el diámetro del tronco de los arbustos inoculados, que es mayor (5,9 cm) que en los no tratados (4,4 cm). El cociente entre la fracción ramoneable y la fracción no ramoneable varía entre 0,06 en las plantas inoculadas y 0,05 en los arbustos sin inocular. La materia seca total oscila entre 3301 g/arbusto inoculado y 2885 g/arbusto sin inocular. La producción de materia seca de la fracción ramoneable varía entre 192 g/arbusto inoculado hasta 142 g/arbusto sin inocular.

Teline canariensis no presenta diferencias significativas en ninguno de los parámetros evaluados (Tabla 1). La altura está entre 59,6 cm de las plantas tratadas y 63 cm de las no tratadas. El cociente de la fracción ramoneable y la fracción no ramoneable es de 0,4 en los dos casos. La materia seca total varía entre 1770 g/arbusto inoculado y 1339 g/arbusto sin inocular. La materia seca ramoneable es de 564 g/arbusto inoculado y 402 g/arbusto no inoculado.

Teline osyrioides sericea no presenta diferencias significativas en los valores de los distintos parámetros (Tabla 2). La altura oscila entre 77,4 cm de los arbustos tratados y 66,7 cm de los no tratados. El cociente de la fracción ramoneable y la fracción no ramoneable varía desde 0,5 para las plantas inoculadas y 0,4 para las no tratadas. La materia seca total fluctúa entre 2281 g/arbusto inoculado y 1904 g/arbusto sin inocular. La materia seca de la fracción de ramoneo oscila entre 762 g/arbusto inoculado y 573 g/arbusto sin inocular.

En *Teline osyrioides osyrioides* no se observan diferencias significativas en los parámetros estudiados (Tabla 2). La altura de las plantas oscila entre 44 cm de los arbustos tratados y 35,8 cm en los no tratados. El cociente entre fracción ramoneable y fracción no ramoneable es de 0,8 para los arbustos inoculados y 0,7 para las plantas sin inocular. La materia seca de la fracción ramoneable varía entre 402 g/arbusto inoculado y 282 g/arbusto sin inocular.

En cuanto a los resultados de la materia seca de la fracción ramoneable en kg/ha, para el marco de plantación de 1,04x1,87m (5142 arbustos/ha), *Teline osyrioides sericea* produce 3918-2946 kg/ha; *Teline canariensis* 2904-2067 kg/ha; *Teline osyrioides osyrioides* 2067-1450 kg/ha y *Chamaecytisus palmensis* 987,3-730,1 kg/ha. Estas producciones se obtuvieron con un marco de plantación elegido pensando en la facilidad de la obtención de los datos, y el mantenimiento y no en la optimización del rendimiento productivo.

Tabla 1: *Chamaecytisus palmensis* y *teline canariensis*. Efecto del tratamiento sobre los incrementos de los valores desde Primavera/1999 o Verano/1999 hasta Otoño/2000.

	Chamaecytisus palmensis				*Teline canariensis*			
	inoculadas		sin inocular		inoculadas		sin inocular	
Altura planta (cm)	192,2	A (78,3)	151,2	A (33)	59,6	A (33,1)	63	A (19,4)
Diámetro tronco (cm)	5,9	B (1,9)	5,4	A (1,0)	3,4	A (0,7)	3,3	A (1,6)
Diámetro copa (cm)	69,9	A (23)	60,5	A (22,3)	24,4	A (17,5)	16,2	A (17)
FR / FNR	0,06	A (0,02)	0,05	A (0,01)	0,4	A (0,1)	0,4	A (0,06)
MS Total (g/arbusto)	3301	A (1333)	2885	A (1248)	1770	A (807)	1339	A (963)
MS de FR (g/arbusto)	192	A (88)	142	A (63)	564	A (320)	402	A (308)
MS de FR (kg/ha)*		987,3		730,1		2904		2067

FR/FNR: Fracción ramoneable/fracción no ramoneable; MS: Materia Seca.
Notas: Los datos son valores medios. Entre paréntesis aparece la desviación típica. Los valores con letras distintas difieren significativamente (fila), para la distribución T de Student; $p<0,05$.
* Calculado a partir del peso medio de materia seca de la fracción ramoneable, para el marco de plantación de la parcela experimental de 1,04 x 1,87 m (5142 arbustos/ha).

Tabla 2: *Teline osyrioides sericea* y *Teline osyrioides osyrioides*. Efecto del tratamiento sobre los incrementos de los valores desde Verano/1999 hasta Otoño/2000.

	T. osyrioides sericea				*T. osyrioides osyrioides*			
	inoculadas		sin inocular		inoculadas		sin inocular	
Altura planta (cm)	77,4	A (23)	66,7	A (29)	44	A (16,4)	35,8	A (15,7)
Diámetro tronco (cm)	3,4	A (1,7)	2,5	A (1,0)	2,5	A (0,9)	2,6	A (0,8)
Diámetro copa (cm)	20,6	A (11,4)	7,6	A (20,5)	11,6	A (17,3)	8,3	A (9)
FR / FNR	0,5	A (0,8)	0,4	A (0,1)	0,8	A (0,08)	0,7	A (0,4)
MS Total (g/arbusto)	2281	A (959)	1904	A (271)	1270	A (210)	1025	A (629)
MS de FR (g/arbusto)	762	A (271)	573	A (141)	402	A (164)	282	A (183)
MS de FR (kg/ha)*		3918		2946		2067		1450

FR/FNR: Fracción ramoneable/fracción no ramoneable; MS: Materia Seca.
Notas: Los datos son valores medios. Entre paréntesis aparece la desviación típica. Los valores con letras distintas difieren significativamente (fila), para la distribución T de Student; $p<0,05$.
* Calculado a partir del peso medio de materia seca de la fracción ramoneable, para el marco de plantación de la parcela experimental de 1,04 x 1,87 m (5142 arbustos/ha).

Las plántulas fueron cultivadas en una porción de suelo no esterilizado por lo que, en el momento de su transplante a la finca experimental, estaban todas noduladas, tanto las que recibieron el rizobio como las testigo.

En una apreciación global (Tablas 1 y 2), se observa que no hay diferencias significativas entre las especies tratadas y sin tratar, en ninguno de los parámetros estudiados, salvo en el diámetro del tronco del tagasaste inoculado que es superior (no es concluyente). Lo que resulta de interés es que la materia seca total y la fracción ramoneable de las especies tratadas son siempre superio-

res en las inoculadas. Considerando los incrementos de las alturas y los diámetros, el género *Teline* tiene los más bajos, y tagasaste los más altos pero ésta también es la que presenta la menor relación fracción ramoneable / fracción no ramoneable (0,06-0,05).

En cuanto al peso medio de materia seca total, al final de los dos años que duró el experimento, los valores más bajos corresponden a *Teline osyrioides osyrioides* (1270-1025 g/arbusto) seguido de *T. canariensis* (1770-1339), que son semejantes a la producción de *Genista monspessulana* (1156-1909 g/arbusto) obtenida por González y Ortiz (1996) e inferiores a otras especies del género *Chamaecytisus*. Las producciones más altas las hemos obtenido con *Chamaecytisus palmensis* (3301-2885 g/arbusto) y *T. osyrioides sericea* (2281-1904 g/arbusto).

Conclusiones

La inoculación con rizobio no produce diferencias significativas en las especies estudiadas, dado el sustrato de siembra y la elevada variabilidad entre los individuos. Sin embargo, los valores absolutos de los resultados son siempre superiores cuando se aplica el rizobio. La inoculación con *Bradyrhizobium BTA*-1 incrementa la producción de materia seca y la fracción ramoneable, aunque no se aprecian diferencias significativas entre tratamientos. El hecho de que se haya realizado una sola inoculación en la fase inicial y de poca cantidad (1 ml) podría influir en los resultados. Las producciones totales (forraje y ramas leñosas) obtenidas son: 3301, 2281, 1770, 1270 g/arbusto, respectivamente para *Chamaecytisus palmensis*, *Teline osyrioides sericea*, *Teline canariensis* y *Teline osyrioides osyrioides*. En las parcelas de ensayo la supervivencia de las plantas fue superior al 95 %.

Agradecimientos

A Ricardo Pérez Galdona por su continuo asesoramiento en el campo de este trabajo.

Bibliografía

BAREA, J.M.; SALAMANCA, C.P.; HERRERA, M.A.; ROLDÁN-FAJARDO, B.E., 1990. La simbiosis microbio-planta en el establecimiento de una cubierta vegetal sobre suelos degradados. En: *Degradación y Regeneración del Suelo en Condiciones Ambientales Mediterráneas*.139-156. Eds. J. Albaladejo, M.A. Stocking, y E. Díaz. CSIC. Murcia.

BARQUÍN, E.; CHINEA, E., 1995. Cinco leguminosas arbustivas endémicas de Canarias con posibilidades forrajeras. En: *Pastos y Productos Ganaderos*. 9-23. Eds. E. Chinea y E. Barquín. Universidad de La Laguna. Tenerife.

CHINEA, E., 2001. *Leguminosas arbustivas endémicas de Canarias. Interés como recurso forrajero y para la conservación del suelo*. Tesis Doctoral, Universidad de La Laguna.

CORREAL, E., (1988). Arbustos forrajeros para zonas áridas y terrenos agrícolas marginales con orientación ganadera y problemas de erosión. *Jornadas sobre el Futuro del Secano Aragonés*. Diputación General de Aragón. Dpto. de Agricultura, Ganadería y Montes, Zaragoza.

CORREAL, E.; SOTOMAYOR, J.A., 1995. Utilización del ganado ovino como instrumento para el cribado, selección y evaluación de la calidad de recursos forrajeros en zonas semiáridas. En: *Pastos y Productos Ganaderos*. 91-120. Eds. E. Chinea y E. Barquín,. Universidad de La Laguna.

GONZÁLEZ-ANDRÉS, F.; ORTÍZ, J., 1996. Potencial of *Cytisus* and allied genera (Genisteae: Fabaceae) as forage shrubs. 2. Chemical composition of the forage and conclusions. *New Zealand J. Agric. Res.*, **39**, 205-213.

LE HOUÉROU, H., 1978. Planting and management methods for browse trees and shrubs. *8th World Forest Congr.* Jackarta, Indonesia.

LEON-BARRIOS, M.; GUTIERREZ-NAVARRO, A.; PEREZ-GALDONA, R.; CORZO, J., 1991. Characterization of Canary Island isolates of *Bradyrhizobium* sp. (*Chamaecytisus proliferus*). *Soil Biol. Biochem.*, **23**, 487-489.

OLIVARES, A.; CASTILLO, M.; POLZENIUS, G., 1988a. Modificaciones de las características microambientales provocadas por la presencia de *Acacia caven. II:* Influencia en la estrata herbácea. *Rev. Avances Prod. Anim.*, **13**, 23-35.

OLIVALES, J.; HERRERA, M.A.; BEDMAR, E.J., 1988b. Woody legumes in arid and semi-arid zones: the *Rhizobium-Prosopis chilensis* simbiosis. En: *Nitrogen fixation by legumes in Mediterranean agriculture*, 65-72. Eds. D.P. Beck y L.A. Materon. Martinus Nijhoff Publisher: ICARDA.

RUSSEL, A.C., 1985. Effect of nitrogen, phosphate, lime and inoculum on establishment of tagasaste (pot trial). En: *Fodder Trees, a Summary of Current Research in New Zealand.* Eds. L.A. Logan y J.E. Radcliffe. Research Report nº 106.

VINCENT, J.M., 1970. *A manual for the practical study of the root-nodule bacteria.* IBP Handbook Nº 15. Blaclwells, Oxford.

RHIZOBIA APPLICATION TO SOIL DURING THE GROWTH OF CANARIAN ENDEMIC BUSHY LEGUMES

SUMMARY

A *Bradyrhizobium* strain, isolated from *Chamaecytisus palmensis*, was inoculated to four canarian endemic bushy legumes hours after germination. Sowing compost had non sterilized soil in it. Watering devices were used for some months after trasplant. Survival, morphology and dry matter yield were studied up to the shrubs were two years old. Results point to an increase of dry matter yield and browsing matter with inoculation but there are not significant differences. Total yield was: 3301, 2281, 1770 and 1270 grams of dry matter per plant, respectively for: *Chamaecytisus palmensis*, *Teline osyrioides sericea*, *Teline canariensis* and *Teline osyrioides osyrioides* in the inoculated. Survival was higher than 95 %, both for inoculated and non inoculated plants.

Key words: *Bradyrhizobium*, tagasaste, *Teline*.

IMPORTANCIA DE LA MICORRIZACIÓN EN LA ADAPTACIÓN DE LA ALBAIDA (*ANTHYLLIS CYTISOIDES* L.) A LA SEQUÍA

N. Goicoechea, S. Merino y M. Sánchez Díaz

Dpto. de Fisiología Vegetal. Facultades de Ciencias y Farmacia. Universidad de Navarra. c/. Irunlarrea s/n, 31008 Pamplona (España).

Resumen

Anthyllis cytisoides L. (albaida) es una leguminosa arbustiva ampliamente distribuida en ecosistemas mediterráneos del Sureste español, donde se aprovecha como forraje para el ganado. Se comporta como una especie que evita la sequía, siendo la defoliación una de las estrategias desarrolladas ante la escasez de agua. La asociación de *A. cytisoides* con hongos micorrícicos podría favorecer las adaptaciones frente a un déficit hídrico severo, a través del incremento en la tasa de abscisión foliar y la deposición de ceras epicuticulares, que conllevaría una reducción de la transpiración y la respiración.

Palabras clave: ceras, déficit hídrico, defoliación, leguminosas, hongos micorrícicos.

Introducción

Los ecosistemas mediterráneos están sujetos a precipitaciones irregulares, altas temperaturas y factores antropológicos que han derivado en un deterioro de la cubierta vegetal y una subsecuente erosión del suelo. En estas áreas, las leguminosas son un componente clave en la sucesión natural (Azcón y Barea, 1997). Entre ellas destaca *Anthyllis cytisoides* (albaida), que puede utilizarse como forraje para el ganado ovino y caprino. Aunque su contenido proteico y digestibilidad son relativamente bajos, su aceptación por el ganado resulta buena (Robledo *et al.*, 1991). Durante la sequía estival, la albaida entra en reposo y pierde hojas con el fin de reducir las tasas transpiratoria y respiratoria (Haase *et al.*, 2000).

En condiciones naturales, la albaida está colonizada por hongos micorrícicos (Díaz y Honrubia, 1995). Dado que las micorrizas aumentan la resistencia de las plantas frente a la sequía (Sánchez-Díaz y Honrubia, 1994), podrían estar involucradas en las estrategias desarrolladas por *A. cytisoides* ante la escasez de agua. Por tanto, los objetivos fueron: (1) estudiar las adaptaciones morfológicas de *A. cytisoides* sometida a déficit hídrico y posterior rehidratación y (2) comprobar si la micorrización favorece a *A. cytisoides* frente a la sequía.

Material y métodos

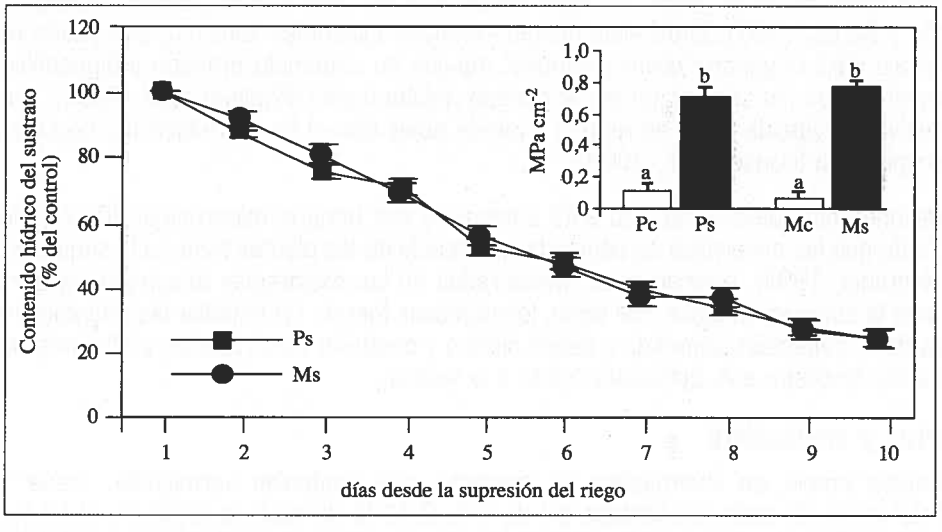
A. cytisoides creció en invernadero en macetas que contenían vermiculita, arena y suelo (2,5:2,5:1/ v:v:v). El suelo presentaba pH de 7,9, 2,32 % de materia orgánica, 0,17 % de N y 36,09 % de $CaCO_3$. La mitad de las plantas fueron inoculadas con *Glomus fasciculatum* (Taxter *sensu* Gerd.) Gerdemann y Trappe. Todas las plantas recibieron la misma nutrición hasta el completo establecimiento del hongo. A partir de este momento, las plantas no micorrizadas recibieron suplemento de fósforo con el fin de lograr plantas no micorrizadas y micorrizadas comparables

mantenida". La "sequía progresiva" consistió en suprimir el riego hasta que el contenido hídrico del sustrato fuese igual a un tercio del contenido en el control (capacidad de campo, CC) (Fig. 1). La "sequía mantenida" consistió en aplicar sequía progresiva y, después, dejar las plantas durante 20 días con un contenido hídrico en el sustrato equivalente a un tercio de la CC. Para comprobar la capacidad de recuperación de *A. cytisoides*, algunas plantas que previamente habían sufrido sequía mantenida volvieron a regarse hasta CC durante 20 días. Durante la "sequía progresiva" el contenido hídrico del sustrato se determinó diariamente con una sonda ThetaProbe tipo ML2 (Delta-T Devices, Cambridge, UK). Cuando se alcanzó un tercio de la CC, se pesó cada maceta para conocer la correspondencia entre el contenido de agua y el peso. El agua transpirada durante la sequía mantenida se repuso unas veces con agua y otras con solución nutritiva para evitar un déficit nutricional añadido.

La micorrización se estimó de acuerdo con Hayman *et al.* (1976). Las materias secas de raíz, tallo y hojas se determinaron después de secar el material en estufa a 80ºC durante 48 horas. Para la microscopía electrónica de barrido (SEM) las hojas se fijaron con formaldehído, se deshidrataron en soluciones de etanol de concentración creciente y se secaron por el método del punto crítico utilizando dióxido de carbono. Las hojas secas se cubrieron con una fina película de oro antes de examinarse al microscopio. La estadística aplicada consistió en un análisis de la varianza de dos factores (ANOVA) con el fin de separar la varianza entre los efectos principales y la interacción entre los factores "micorrización" y "sequía". Las medias y los errores estándar fueron evaluados mediante el test t-Student.

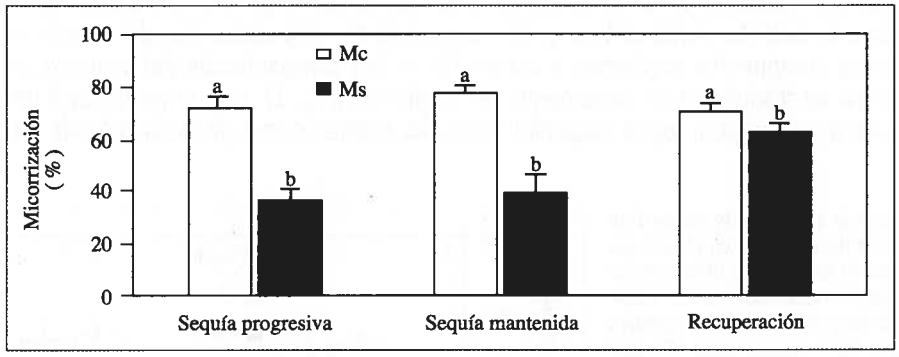
Resultados y discusión

Figura 1: Contenido de agua del sustrato en tratamientos no micorrizados (■) y micorrizados (●) durante la sequía progresiva. Los datos se han expresado como porcentajes de los controles bien regados. Los histogramas representan la resistencia a la penetración del sustrato (MPa cm^{-2}) en plantas de albaida no micorrizadas (P) y micorrizadas (M), control (Pc, Mc) o en sequía (Ps, Ms) cuando se alcanzó 1/3 CC. La coincidencia de letras indica que los datos no difieren significativamente (P<0,05).



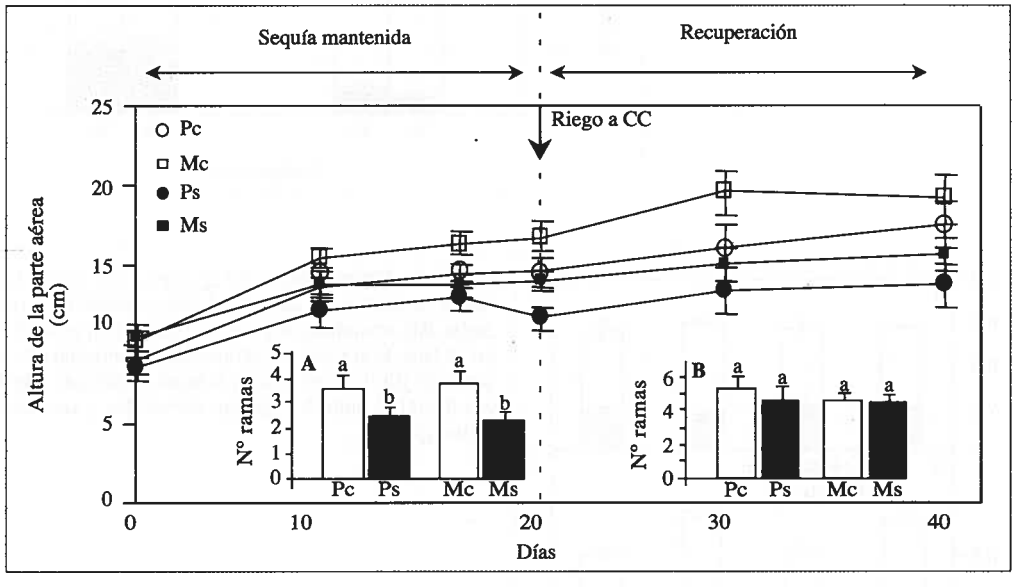
La micorrización disminuyó tanto bajo sequía progresiva como bajo sequía mantenida (Fig. 2), posiblemente debido a la alta compactación del sustrato (Fig. 1) (Roberts *et al.*, 2002).

Figura 2: Micorrización (%) en plantas de albaida control (Mc) (blanco) o sometidas a sequía progresiva, mantenida o posterior recuperación (Ms) (negro). Dentro de cada tratamiento de sequía o recuperación, la coincidencia de letras indica que los datos no difieren significativamente (P<0,05).



Dada la lenta tasa de crecimiento de la albaida (Haase *et al.*, 2000), fueron necesarios 20 días de sequía para observar una significativa reducción en la altura de las plantas (Fig. 3), siendo este efecto más evidente en aquéllas no micorrizadas. Varios autores (ver Augé, 2001) han comprobado que el crecimiento de las plantas micorrizadas resulta menos inhibido por las señales hídricas producidas bajo sequía que el de las plantas no asociadas a estos hongos. La escasez prolongada de agua también redujo la producción de ramificaciones (Fig. 3). Por el contrario, durante el periodo de recuperación, aparecieron nuevos brotes, lo que reviste interés dado que los tallos jóvenes son fotosintéticamente activos (Haase *et al.*, 2000).

Figura 3: Altura de la parte aérea (cm) de plantas de albaida no micorrizadas (P) y micorrizadas (M), sometidas (Ps, Ms) o no (Pc, Mc) a déficit hídrico, durante la sequía mantenida o recuperación. Los histogramas indican el número de ramas secundarias de los tratamientos al final de la sequía mantenida (A) o del periodo de recuperación (B). La coincidencia de letras indica que los datos no difieren significativamente (P<0,05).



En condiciones naturales, la albaida pierde hojas y parte de los tallos más jóvenes durante el verano, y comienza a formar nuevos brotes en otoño (Robledo *et al.*, 1991). En invernadero, las plantas bien regadas también mostraron senescencia y defoliación, y este fenómeno se observó primeramente en plantas micorrizadas (Fig. 4). La sequía mantenida aceleró dicho proceso (Fig. 4B). Davies *et al.* (1996) también encontraron mayores tasas de abscisión foliar en plantas micorrizadas sometidas a sequía que en las no micorrizadas, lo que puede interpretarse como una adaptación para reducir la pérdida de agua y redistribuir los recursos de cara a una supervivencia pro-

longada, siendo esta estrategia especialmente importante en especies arbustivas (Arndt *et al.*, 2001). La sequía intensa también provocó una reducción significativa de la biomasa radical (Fig. 5B). Esto podría obedecer a varias causas: (1) la defoliación (Fig. 4B) conllevaría menores tasas fotosintéticas a nivel de planta entera y, por consiguiente, una reducción del aporte de carbohidratos y otros compuestos orgánicos a la raíz; (2) la alta compactación del sustrato en condiciones de sequía se tradujo en un incremento de su dureza (Fig. 1), lo que provocaría una disminución tanto en la cantidad de agua disponible para las plantas como en la difusión de oxígeno.

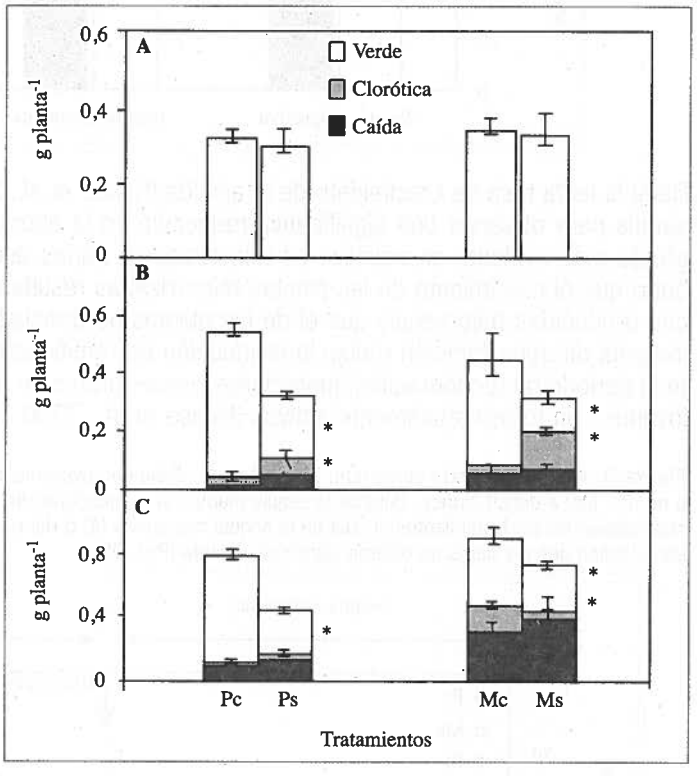


Figura 4: Materia seca (MS) (g planta^{-1}) de hoja verde, clorótica o caída en plantas de albaida no micorrizadas (P) y micorrizadas (M), sometidas (Ps, Ms) o no (Pc, Mc) a déficit hídrico, al final de la sequía progresiva (A), mantenida (B) o recuperación (C). Los asteriscos indican diferencias significativas (P<0,05) entre las plantas estresadas y sus controles bien regados.

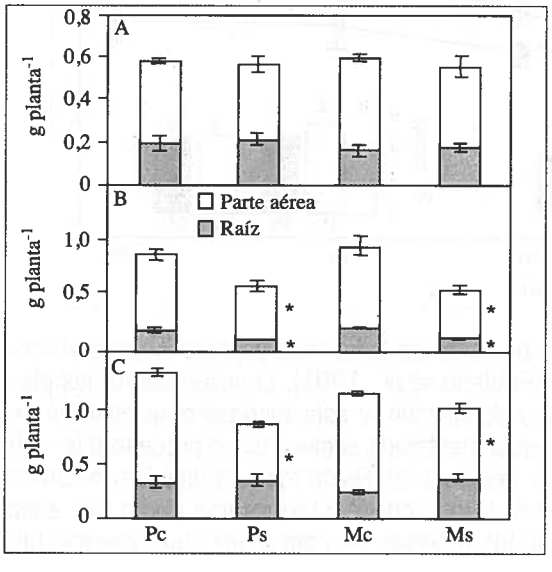


Figura 5: Materia seca (MS) (g planta^{-1}) de hojas, tallos y raíces en plantas de albaida no micorrizadas (P) y micorrizadas (M), sometidas (Ps, Ms) o no (Pc, Mc) a déficit hídrico, al final de la sequía progresiva (A), mantenida (B) o recuperación (C). Los asteriscos indican diferencias significativas (P<0,05) entre las plantas estresadas y sus controles bien regados.

La sequía mantenida causó, asimismo, un incremento importante de las ceras epicuticulares en el envés foliar de plantas micorrizadas (Tabla 1). El espesor y la composición de estas ceras puede modificarse como consecuencia del déficit hídrico (Jenks *et al.*, 2001), lo que no sólo puede reducir la pérdida directa de agua a través de las células epidérmicas, sino que también incrementa la reflexión de la luz y la resistencia que ofrece la capa límite (Sánchez-Díaz *et al.*, 1972; Jeffree, 1986).

Tabla 1: Ceras epicuticulares en el haz y el envés de plantas de albaida no micorrizadas (P) y micorrizadas (M), bien regadas (control) o sometidas a sequía mantenida (estrés). +, ++ y ++++ significan, respectivamente, presencia de ceras en pequeñas, medianas y muy grandes cantidades.

Tratamiento		Haz	Envés
P	control	+	++
	estrés	+	++
M	control	+	++
	estrés	++	++++

Conclusiones

A. cytisoides se comporta como una especie que evita la sequía. La micorrización favoreció la adaptación de la albaida frente a un déficit hídrico severo, puesto que las plantas asociadas al simbionte mostraron mayor defoliación y deposición de ceras epicuticulares, lo que pudo reducir la transpiración y la respiración a nivel de planta entera.

Agradecimientos

S. Merino fue becaria de la Asociación de Amigos de la Universidad de Navarra y de Caja Navarra. El trabajo estuvo enmarcado dentro del proyecto INCO-DC ERBIC 18CT-97-0197.

Referencias bibliográficas

ARNDT, S. K.; CLIFFORD, S. C.; WANEK, W.; JONES, H. G.; POPP, M., 2001. Physiological and morphological adaptations of the fruit tree *Ziziphus rotundifolia* in response to progressive drought stress. *Tree Physiology*, **21**, 705-715.

AUGÉ, R. M., 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis *Mycorrhiza*, **11**, 3-42.

AZCÓN, R.; BAREA, J. M., 1997. Mycorrhizal dependency of a representative plant species in Mediterranean shrublands (*Lavandula spica* L.) as a key factor to its use for revegetation strategies in desertification-threatened areas. *Applied Soil Ecology*,**7**, 83-92.

DAVIES, F. T. JR.; SVENSON, S. E.; COLE, J.C.; PHAVAPHUTANON, L.; DURAY, S. A.; OLALDE-PORTUGAL, V.; MEIER, C. E.; BO, S. H., 1996. Non-nutritional stress acclimation of mycorrhizal woody plants exposed to drought. *Tree Physiology*, **16**, 985-993.

DÍAZ, G.; HONRUBIA, M., 1995. Effect of native and introduced arbuscular mycorrhizal fungi on growth and nutrient uptake of *Lygeum spartum* and *Anthyllis cytisoides*. *Biologia Plantarum*, **37**, 121-129.

HAASE, P.; PUGNAIRE, F. I.; CLARK, S. C.; INCOLL, L. D., 2000. Photosynthetic rate and canopy development in the drought-deciduous shrub *Anthyllis cytisoides* L. *Journal of Arid Environments*, **46**, 79-91.

HAYMAN, D. S.; BAREA, J. M.; AZCON, R., 1976. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in southern Spain: its distribution in crops growing in soil of different fertility. *Phytopathology of the Mediterranean*, **15**, 1-6.

JEFFREE, C.E., 1986. The cuticle, epicuticular waxes and trichomes of plants, with reference to their structure, functions and evolution. En: *Insects and the Plant Surface*, 23-64. Eds. B.J. JUNIPER; R. SOUTHWOOD. Edward Arnold, Londres (Inglaterra).

JENKS, M. A.; ANDERSEN, L.; TEUSINK, R. S.; WILLIAMS, M. H., 2001. Leaf cuticular waxes of potted rose cultivars as affected by plant development, drought and paclobutrazol treatments. *Physiologia Plantarum*, **112**, 62-70.

ROBERTS, J. A.; HUSSAIN, A.; TAYLOR, I. B.; BLACK, C. R., 2002. Use of mutants to study long-distance signalling in response to compacted soil. *Journal of Experimental Botany*, **53**, 45-50.

ROBLEDO, A.; RÍOS, S.; CORREAL, E., 1991. Estimación de biomasa en los matorrales de albaida (*Anthyllis cytisoides*) del Sureste de España. *Pastos*, **20-21**, 107-129.

SÁNCHEZ-DÍAZ, M.; HESKETH, J. D.; KRAMER, P. J., 1972. Wax filaments on sorghum leaves as seen with a scanning electron microscope. *Journal of the Arizona Academy of Science*, **7**, 6-7.

SÁNCHEZ-DÍAZ, M; HONRUBIA, M., 1994. Water relations and alleviation of drought stress in mycorrhizal plants. En: *Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems*, 167-178. Eds. S. GIANINAZZI; H. SCHÜEPP. Birkhäuser Verlag, Basilea (Suiza).

IMPORTANCE OF MYCORRHIZAL SYMBIOSIS ON DROUGHT ADAPTATION EXHIBITED BY ALBAIDA (*ANTHYLLIS CYTISOIDES* L.)

SUMMARY

Anthyllis cytisoides L. (albaida) is a woody legume that grows in Mediterranean ecosystems in Southern Spain, and can be used as forage for cattle. It behaves as a drought avoider species, being defoliation one of the strategies developed under water deficit. The association of *A. cytisoides* with mycorrhizal fungi reinforced the adaptations against severe drought. Mycorrhizal plants exhibited higher foliar abscission and epicuticular waxes deposition, thus reducing both whole plant transpiration and respiration.

Key words: defoliation, epicuticular waxes, legumes, mycorrhizal fungi, water deficit.

ASOCIACIONES FORRAJERAS CEREAL-LEGUMINOSA EN CULTIVO ECOLÓGICO EN LA NAVARRA HUMEDA

J.M. Mangado Urdaniz y P. Eguinoa Ancho

I.T.G.Ganadero. Edif. El Sario, Cta. del Sadar s/nº 31006 Pamplona.
jmangado@itgganadero.com

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de comparación de cuatro asociaciones forrajeras cereal-leguminosa, combinando avena y cebada con guisante y veza. Se utilizaron dos proporciones de semilla en siembra, 1:1 y 2/3:1/3 de cereal y leguminosa. La experiencia se desarrolló en condiciones climáticas de influencia atlántica y el cultivo se hizo bajo los criterios de producción ecológica. Se aportan los resultados en dos fechas de corte, una precoz (15/05) y otra tardía (15/06), y se concluye que la asociación más adecuada debe estar constituida por avena como cereal siendo indiferente la leguminosa (ambas válidas), en proporción 2/3 cereal y 1/3 leguminosa, aprovechada en un solo corte para ensilado a mediados de Mayo, con producciones esperadas de 6,5 a 7,0 t de materia seca por hectárea.

Se obtienen producciones un 30 % inferiores a las descritas por varios autores para estos cultivos bajo sistema de producción convencional.

Palabras clave: asociaciones, cebada, avena, guisante, veza, producción ecológica.

Introducción

La tendencia en los últimos años de las explotaciones de rumiantes en la cornisa cantábrica es la de incremento del número de cabezas por explotación y el incremento de la productividad individual, tendencia que no es seguida, en la misma proporción, por el incremento de la base territorial. Así, las explotaciones de vacuno de leche del área de influencia cantábrica de Navarra, han pasado de 10.500 L/ha y 1,8 vacas/ha en 1993 a 17.600 L/ha y 2,26 vacas/ha en 2001 (ITGG, 2002).

Ello ha impulsado a muchos ganaderos a introducir rotaciones forrajeras intensivas para garantizar la cobertura de las necesidades de volumen del ganado y uniformizar la calidad de la ración. El maíz forrajero es el principal factor de intensificación de la rotación que, generalmente, se alterna con raigrás italiano alternativo (*Lolium multiflorum*) como cultivo intercalar de invierno. La dificultad de manejo en inicio de primavera y las exigencias en abonado nitrogenado del *Lolium* ha impulsado a diversos equipos de investigación a estudiar el comportamiento de cereales solos o asociados con leguminosas (Castro y González, 1997; Castro y Piñeiro, 1998a, 1998b; Castro *et al.*, 2000; Mangado y Ameztoy, 2000; Aizpurua *et al.*, 2001; Martinez *et al.*, 2002). Los objetivos son: aprovechamiento por siega en un solo corte, incremento del contenido en proteína del forraje obtenido y limitación de las aportaciones de abonado nitrogenado al cultivo.

El objetivo de este trabajo es obtener información acerca de la producción de diferentes asociaciones cereal-leguminosa, proporciones de siembra y fechas de siega.

La experiencia se desarrolló en condiciones de producción ecológica, sin el uso de abonos de síntesis ni pesticidas, como paso previo a la adaptación de toda la explotación (agrícola y ganadera) al sistema de producción ecológico.

Material y métodos

La experiencia se llevó a cabo en Oskotz (Navarra), a 500 m.de altitud, en ambiente subatlántico, de tipo climático "avena fresco, maíz, húmedo" (Papadakis), sobre suelos aluviales franco arcillosos profundos, de pH 6,6, 4,3 % de materia orgánica oxidable y niveles altos de P y K extraibles.

Se ensayaron 4 asociaciones cereal-leguminosa combinando cebada **HV** (*Hordeum vulgare* L.) y avena **AS** (*Avena sativa* L.) como cereales y guisante **PS** (*Pisum sativum* L.) y veza **VS** (*Vicia sativa* L.) como leguminosas.

Tabla 1: Especies, variedades y peso de mil granos del material vegetal.

ESPECIE	VARIEDAD	peso de mil granos (gramos)
guisante (*Pisum sativum* L.)	GRACIA	119
veza (*Vicia sativa* L.)	BARVICOS	59,2
cebada (*Hordeum vulgare* L.)	NATUREL	44,3
avena (*Avena sativa* L.)	AINTREE	24,5

Se ensayaron dos proporciones relativas de semilla, 1:1 y 2/3:1/3 de cereal-leguminosa, respectivamente, y dos momentos de corte, 1/2 Mayo y 1/2 Junio.

Se dispusieron dos bloques contigüos para cada uno de los dos momentos de corte. En cada bloque se sembraron las cuatro asociaciones con las dos proporciones de siembra. La parcela elemental fue de 5x1,3 m^2 y de cada tratamiento se hicieron tres repeticiones, siendo un total de 24 parcelas por bloque.

La siembra se llevó a cabo el 26 de Octubre de 2001, a voleo, a razón de 300 semillas/m^2: 150 de cereal y 150 de leguminosa en la proporción 1:1 y 200 de cereal y 100 de leguminosa en la proporción 2/3:1/3. No se realizó ningún abonado ni tratamiento durante el período vegetativo.

La evaluación de producción precoz se llevó a cabo el 15/05/02. Se cortó con motosegadora una superficie de 0,9x4,1 m^2, centrada en cada parcela. Se pesó en verde y se tomó una submuestra de 300 g aproximadamente para su envío al laboratorio. Los análisis de calidad se hicieron en el Laboratorio Agrario de Navarra y los parámetros analizados fueron materia seca (MS), cenizas (MM), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente modificada (FADM), fósforo (P) y calcio (Ca).

El corte tardío se intentó el 13/06/02, no siendo factible el hacerlo por el alto grado de encamado del forraje. Se optó por hacer una estimación visual con el criterio 0=erecto, 1=encamado medio, 2=encamado total, para cada parcela y para cereal y leguminosa por separado.

Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza, considerando los efectos dosis de siembra y asociación de cultivos. Así mismo se hacen tres análisis para un efecto fijo, siendo los factores cereal, leguminosa y dosis. Se ha utilizando el paquete estadístico SPSS 8.0.

Resultados y discusión

Corte precoz

El estado fenológico del material vegetal en corte precoz (15/05) fue PS y VS en inicio de floración, HV espigado (inicio 26/04) y AV encañado.

Para fechas similares de corte Castro y González (1997) describen en Galicia a la avena en inicio de estado lechoso y a la veza en inicio de cuajado de vainas; Martínez *et al.* (2002), en Asturias, inicio espigado para la avena y floración y final de floración para guisante y veza respectivamente y Aizpurua *et al.* (2001), en Vizcaya, y para las mismas variedades de veza y avena, inicio de espigado en la avena y floración en la veza. Estas diferencias se pueden deber a la distinta altitud de la localización de este ensayo respecto a los anteriores (500 frente a 50 m.s.n.m.) y diferencias en temperatura primaveral y fotoperiodo, que provocan un retraso de unos 15 días en el desarrollo fenológico de los cultivos.

Los valores medios de producción y análisis químico de las distintas variantes se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2: Producción y calidad por asociación de cultivos y dosis de siembra. Comparación de medias.

	dosis 1 : 1				dosis 2/3 : 1/3			
	AS+PS	AS+VS	HV+PS	HV+VS	AS+PS	AS+VS	HV+PS	HV+VS
Producción (kg MS/ha)	6116	6166	7838	6966	6363[a]	7463	8685[b]	8176
Materia seca (%)	12,68[a]	12,43[a]	16,6[b]	16,41[b]	13,13[a]	13,8[a]	18,64[b]	16,38[ab]
Cenizas (% s.MS.)	11,14[a]	11,01[acl]	8,79[bc]	8,58[b]	11,14[a]	10,13[ab2]	8,25[b]	8,94[b]
Proteína bruta (% s.MS.)	19,00[a]	19,2[a]	13,68[b]	15,05[b]	18,29[a]	16,22	12,15[b]	14,74
Fibra bruta (% s.MS.)	27,11[a]	29,86[ab]	31,96[b]	30,77[b]	28,06[a]	29,17[ac]	31,21[b]	31,14[bc]
Fibra ácido deterg. modificada (% s.MS.)	33,28	36,76	36,02	36,12	33,56	35,13	35,79	36,03
Fibra neutro detergente (% s.MS.)	46,45[a]	49,42[a]	55,6[b]	53,64[b]	48,31[a]	51,05[a]	57,59[b]	58,1[b]
Fósforo (% s.MS.)	0,29	0,31	0,28	0,28	0,3	0,26	0,28	0,3
Calcio (% s.MS.)	0,72	0,86[1]	0,59	0,66	0,85[a]	0,71[ab2]	0,51[b]	0,57[b]

AS = avena; PS = GUISANTE; HV = cebada; VS = veza
asociaciones de cultivos: letras distintas, $p<0,05$; letras iguales o ausencia de letras $p>0,05$
dosis de siembra: números distintos, $p<0,05$; números iguales o ausencia de números $p>0,05$

Las asociaciones que incluyen avena como cereal son, en general, menos productivas, con menor contenido en materia seca, mayor contenido en proteína y calcio y menor contenido en materia orgánica, celulosa y paredes celulares que las que incluyen cebada en la asociación. Los materiales lignocelulósicos y el contenido en fósforo son sensiblemente iguales en todos los casos.

En la comparación de dosis relativas de siembra solamente se encuentran diferencias significativas ($p<0,05$) entre 1:1 y 2/3:1/3 de cereal-leguminosa en la asociación AS+VS para los contenidos en cenizas y calcio.

Analizando por componentes de la asociación no se detectan diferencias significativas para ninguno de los parámetros analizados si se comparan ambos tipos de leguminosa (Tabla 3).

Tabla 3: Producción y calidad según la leguminosa de la asociación.

	Producción (kg MS/ha)	Materia seca (%)	Cenizas (1)	Proteína bruta (1)	Fibra bruta (1)	FADM (1)	FND (1)	Fósforo (1)	Calcio (1)
guisante	7248,1	15,27	9,82	15,78	29,59	34,66	51,99	0,29	0,67
veza	7192,9	14,76	9,67	16,3	30,23	36,01	53,05	0,29	0,7
significación	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS no significativo, * significativo al 5 %, ** significativo al 1 %, *** significativo al 0,1 %
(1) en porcentaje sobre materia seca.

Martinez *et al.* (2002) aprecian diferencias significativas entre las producciones de las asociaciones que incluyen guisante y las que incluyen veza. No las aprecian en los parámetros de calidad (PB y FND), al igual que en la presente experiencia.

Sin embargo, obtenemos unas producciones menores y unos mejores parámetros de calidad (5-6 puntos porcentuales superior en PB, 4 puntos porcentuales inferior en paredes celulares FND) que los obtenidos por Martinez *et al.* (2002). Estas diferencias se pueden explicar por tratarse, en nuestro caso y para similares fechas de corte, de un material vegetal en un estado fenológico más precoz.

Los resultados, analizando por componente "cereal" en la asociación, se recogen en la Tabla 4.

Tabla 4: Producción y calidad según el cereal de la asociación.

	Producción (kg MS/ha)	Materia seca (%)	Cenizas (1)	Proteína bruta (1)	Fibra bruta (1)	FADM (1)	FND (1)	Fósforo (1)	Calcio (1)
Avena	6524,6	13,01	10,86	18,17	28,55	34,68	48,81	0,29	0,78
Cebada	7916,4	17,01	8,64	13,91	31,27	35,99	56,23	0,28	0,58
Significación	***	**	***	***	***	NS	***	NS	**

NS no significativo, * significativo al 5 %, ** significativo al 1 %, *** significativo al 0,1 %
(1) en porcentaje sobre materia seca.

La observación del estado fenológico de ambos cereales en el momento de corte nos ayuda a interpretar estos resultados. La avena no ha alcanzado la fase reproductiva (encañado), mientras que la cebada se encuentra en floración. La producción es superior en las asociaciones con cebada y diferente ($p<0,001$) a las asociaciones con avena. Las asociaciones con cebada presentan un contenido en PB razonable, en base a la componente leguminosa de la asociación, pero inferior ($p<0,001$) a las que incluyen avena. El contenido en paredes celulares (FND) es significativamente superior ($p<0,001$) en las asociaciones con cebada frente a las que incluyen avena, por lo que el valor energético, la digestibilidad y la ingestibilidad será menor en las primeras frente a las segundas (INRA, 1990).

Los parámetros analizados en cuanto al factor dosis de siembra se recogen en la Tabla 5.

Tabla 5: Producción y calidad según la proporción en la dosis de siembra (cereal - leguminosa).

	Producción (kg MS/ha)	Materia seca (%)	Cenizas (1)	Proteína bruta (1)	Fibra bruta (1)	FADM (1)	FND (1)	Fósforo (1)	Calcio (1)
1: 1	6771,8	14,53	9,9	16,7	29,92	35,55	51,28	0,29	0,71
2/3 : 1/3	7669,3	15,49	9,6	15,3	29,89	35,13	53,76	0,28	0,66
Significación	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS no significativo, * significativo al 5 %, ** significativo al 1 %, *** significativo al 0,1 %
(1) en porcentaje sobre materia seca.

No existen diferencias significativas en ninguno de los parámetros analizados. Unicamente el parámetro producción presenta una tendencia ($p<0,1$) favorable a la proporción 2/3 : 1/3.

La producción media obtenida de AS+PS supone un 70 % de la obtenida por Mangado y Ameztoy (2000) en condiciones similares pero con un abonado en siembra de 45 kg N, 45 kg P_2O_5 y 45 kg K_2O por hectárea.

Castro y Piñeiro (1998b) obtienen para la asociación AS+VS en un sólo corte (7/05) producciones de 8,77 y 9,66 t/ha con abonado de fondo (no descrito) y 0 y 50 kg de N en cobertera respectivamente. La producción media de AS+VS obtenida en nuestro caso supone el 70 % de la obtenida por Castro y Piñeiro en el caso de 50 kg de N en cobertera.

Se puede esperar una reducción de un 30 % de la producción (kg MS/ha) en el cultivo de asociaciones forrajeras cereal-leguminosa al pasar de cultivo convencional a cultivo ecológico.

Corte tardío

El estado fenológico del material vegetal en corte tardio (13/06/02) fue PS con lecas basales en estado lechoso, VS con lecas basales en inicio de formación de grano, HV con grano pastoso y AV en inicio de formación de grano (inicio espigado 22/05).

Dado el alto grado de encamado del material vegetal, que dificultó su cosecha, se optó por hacer una estimación visual de encamado, parcela por parcela y especie por especie, utilizando una cuantificación adimensional.

Las parcelas con mayor grado de encamado fueron HV+PS 1:1, AS+PS 2/3:1/3, y HV+PS 2/3:1/3, mientras que AS+PS 1:1, AS+VS 1:1, y HV+VS 1:1 mantuvieron el cultivo erecto. Sin considerar la dosis relativa de siembra, fue HV+PS la que presentó mayor grado de encamado. Referido a componentes, las asociaciones integradas por HV como cereal se encamaron más que las integradas por AS y las integradas por PS como leguminosa se encamaron más que las integradas por VS. Por dosis relativas de siembra fue la de equilibrio 2/3:1/3 la que presentó mayor grado de encamado.

Se puede concluir que, en las condiciones de la experiencia, el encamado se debe a la debilidad estructural del tutor (mayor en 2/3:1/3 que en 1:1 cereal:leguminosa) lo que no concuerda con los resultados de Castro y Piñeiro (1998a) que, para proporciones similares, encuentran la tendencia contraria.

Conclusiones

En las condiciones de la experiencia, influencia atlántica y 500 m.s.n.m., la fecha óptima para el aprovechamiento forrajero de cultivos anuales de cereal - leguminosa es mediado el mes de Mayo y conservado mediante ensilado. En estas fechas se minimiza el riesgo de encamado, que se produce en estados fenológicos más avanzados. A su vez, esto permite la ocupación de la tierra con un cultivo forrajero de verano (maíz, sorgo, girasol) completando una alternativa forrajera anual. El aprovechamiento tardío, en fases avanzadas de los cultivos, es totalmente desaconsejable por el riesgo de encamado, siendo este riesgo superior en cebada como cereal y guisante como leguminosa.

Conjugando los criterios de producción y calidad se concluye una superioridad de la avena sobre la cebada como cereales, mientras que se constata una igualdad entre veza y guisante como leguminosas. La proporción 2/3:1/3 (cereal:leguminosa) de dosis relativas de semilla en siembra parece ser ligeramente más favorable que la proporción 1:1.

Se puede esperar una reducción de un 30 % de la producción (kg MS/ha) en el cultivo de asociaciones forrajeras cereal-leguminosa al pasar de cultivo convencional a cultivo ecológico.

Referencias bibliográficas

AIZPURUA, A.; CASTELLON, A.; ALBIZU, I.; GARRO, J.; BESGA, G., 2001. Productividad y calidad nutritiva de cereales de invierno en rotación con maiz en el Pais Vasco. Actas de la XLI *Reunión Científica de la SEEP*. 539-545. Alicante.

CASTRO, M. P.; GONZALEZ, A., 1997. Evaluación del cultivo de la mezcla veza común-avena para la producción de forraje en Galicia. Actas de la XXXVII *Reunión Científica de la SEEP*. 265-272. Sevilla – Huelva.

CASTRO, M. P.; PIÑEIRO, J., 1998a. Efecto de la dosis de siembra de avena (*Avena sativa* L.) y veza común (*Vicia sativa* L.) en la producción, composición botánica y valor nutritivo de la asociación. Actas de la XXXVIII *Reunión Científica de la SEEP*. 173-176. Soria.

CASTRO, M. P.; PIÑEIRO, J., 1998b. Efecto del tipo de aprovechamiento y abonado nitrogenado de la mezcla avena (*Avena sativa* L.) y veza común (*Vicia sativa* L.) en la producción, composición botánica y valor nutritivo de la asociación. Actas de la XXXVIII *Reunión Científica de la SEEP*. 177-180. Soria.

CASTRO, M. P.; FLORES, G.; GONZALEZ-ARRAEZ, A.; CASTRO, J.; PIÑEIRO, J., 2000. Efecto de la proporción de leguminosa en la mezcla avena (*Avena sativa* L.) y veza común (*Vicia sativa* L.) y del tipo de aditivo aplicado sobre la calidad fermentativa y composición químico-bromatológica del ensilado. Actas de la 3ª *Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*. 615-620. Bragança, A Coruña, Lugo.

I.T.G. GANADERO, 2002. Resultados técnico económicos de las diferentes actividades ganaderas. 114 pp. Pamplona (España).

INRA, 1990. *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. Ediciones Mundi-Prensa, 432 pp. Madrid (España).

MANGADO, J. M.; AMEZTOY, J. M., 2000. Alternativas forrajeras intensivas en la Navarra húmeda. Análisis económico. Actas de la 3ª *Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*. 755-761. Bragança, A Coruña, Lugo.

MAPA, GOBIERNO DE NAVARRA, 1986. *Caracterización agroclimática de Navarra*. Neografis S.L., 226 pp. Madrid (España).

MARTINEZ, A.; ARGAMENTERIA, A.; DE LA ROZA, B.; MARTINEZ, A., 2002. Mezclas cereal-leguminosa como forraje invernal en zonas húmedas. Actas de la XLII *Reunión Científica de la SEEP*. 315-320. Lleida.

ORGANIC CROP OF CEREAL – LEGUME MIXTURES IN HUMID AREAS OF NAVARRA

SUMMARY

The aim of this study is to compare the effect of the cereal-legume mixture (oat-pea, oat-vetch, barley-pea and barley-vetch) and the effect of sowing rates (1:1 and 2/3:1/3 cereal:legume).

The study was carried on the humid area of Navarra and in organic growing conditions. The crops has been cut on 15 th of May (early cut) and 15 th of June (late cut)

Nutritional and quality parameters has been measured. The best crop has been the mixture that contained oat and in a sowing rates 2/3:1/3. It can be cut in the middle of May and conserved by silage.

Also has been observed than the production in organic management of these crops is 30 % least than the conventional management.

Key words: cereal-legume mixture, barley, oat pea, vetch, organic production.

ROTACIÓN DE CULTIVO CON MAÍZ FORRAJERO. EFECTO DEL SISTEMA DE LABOREO, DEL TIPO DE ABONADO Y DEL TIPO DE CULTIVO INVERNAL

A. Martínez y N. Pedrol

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Medio Rural y Pesca. 33820. Grado. Asturias. (España)

Resumen

Este trabajo se realizó en Valdés (Asturias) en el año 2002 y su objetivo fue estudiar los efectos de dos sistemas de siembra: laboreo convencional y siembra directa; dos tipos de fertilización: abonos químicos y purín; y dos tipos de cultivo invernal: raigrás italiano y mezcla avena-veza, sobre las producciones y sus componentes en rotaciones anuales con maíz forrajero. Las producciones de los cultivos invernales presentaron mayores diferencias respecto a los tipos de fertilizantes (0,4 t MS/ha en el raigrás y 2,0 en la avena-veza a favor del abonado químico respecto al purín) que a los sistemas de siembra utilizados, con valores similares. La producción total de cada cultivo fue la misma, 8,6 t MS/ha. El encamado, aspecto importante en este tipo de cultivos no fue estudiado en profundidad en este trabajo. En el maíz, la siembra directa presentó un 8 % menos de plantas nacidas respecto a las sembradas que el laboreo convencional. En el desarrollo del cultivo, de los tres factores estudiados, fue el tipo de fertilizante el que más influyó en las producciones, con valores inferiores en todos los casos cuando se abonó con purín que cuando se realizó con abono químico. La mayor diferencia se dio en la siembra directa tras raigrás, con 3,1 t MS/ha; y la menor en laboreo convencional también tras raigrás, con 0,4 t MS/ha.

Palabras clave: Raigrás, veza-avena, purín, siembra directa, laboreo convencional.

Introducción

Estudios económicos muestran que la reducción de los costes de producción está directamente relacionada con una gestión y uso eficiente de los forrajes producidos en la propia explotación y es una de las estrategias con mejores perspectivas de éxito para aumentar la rentabilidad de las explotaciones (Alvarez y Pérez, 2002).

En este sentido, es conocido el importante papel de las rotaciones de cultivo derivado de su fuerte potencial de producción (Lloveras, 1987; López *et al.*, 2000; Piñeiro y Pérez, 2000). Sin embargo, hay aspectos como los cambios en los sistemas de alimentación del ganado hacia el uso casi exclusivo de ensilados frente al forraje verde (que lleva a la búsqueda de soluciones para concentrar la producción en el tiempo), la necesidad del empleo de cantidades importantes de purín como fertilizantes (Castro *et al.*, 2001), o el escaso tiempo de trabajo disponible en las explotaciones (que conduce al empleo de técnicas de implantación de forrajes como la siembra directa que signifiquen menor necesidad de horas de trabajo (Mangado, 1990)), lo que lleva a la necesidad de revisar aspectos de las rotaciones de cultivos para integrar estos nuevos condicionantes.

En el presente trabajo se estudia el efecto de dos sistemas de siembra: laboreo convencional y siembra directa, dos tipos de fertilización: abonos químicos y purín, y dos tipos de cultivo invernal: raigrás italiano (cultivo tradicional) y mezcla avena-veza (que representa una concentración de la producción primaveral en un solo corte frente a los dos-tres del raigrás) sobre las producciones y sus componentes en rotaciones anuales con maíz forrajero.

Material y métodos

Los ensayos se realizaron en Valdés, zona costera de Asturias, en 2002, en suelos de buena fertilidad y en donde se venían realizando desde 10 años antes rotaciones raigrás-maíz abonadas con purín complementado con abonos químicos. Climatológicamente fue un año con temperaturas suaves y bastante húmedo, según muestran los valores medios de temperatura media mensual y la precipitación total en cada estación desde la siembra (11,2; 11,3; 14,6 y 18,0ºC) y (162,0; 252,0; 431,5 y 212,5 mm).

Las rotaciones consistieron en el empleo de dos tipos de cultivos con desarrollo invernal sembrados el 20/10/01: raigrás italiano alternativo (*Lolium multiflorum* Lam.) cv 'Speedyl' a la dosis de siembra de 50 kg/ha y una mezcla de avena (*Avena sativa* L.) con veza (*Vicia sativa* L.) cv 'Prevision' y 'Acisreina' a 55 y 68 kg/ha de semilla respectivamente y del maíz (*Zea mays* L.) cv 'Belonia' a 145 000 semillas/ha como único cultivo de verano sobre el rastrojo de los anteriores, sembrado el 2/6/02. Esta dosis excesiva del maíz fue consecuencia de un error a la hora de la calibración de la máquina de siembra, por lo que una vez germinadas y controlado el número de plantas de cada tratamiento se procedió al aclareo de las mismas dejando del orden de 84 000 plantas/ha en cada una de las parcelas.

También se emplearon dos sistemas de siembra: laboreo convencional y siembra directa. El primero consistió en aplicación del abonado, pase de rotovator, siembra a voleo, enterrado de la semilla con pase superficial de rotovator y rulado posterior para los cultivos invernales, y en pase de rotovator, aplicación del abonado, pase de arado, pase de rotovator, siembra con máquina "Tantum" en líneas separadas 75 cm y aplicación de herbicida de preemergencia a base de alacloro + atrazina (seis l/ha de producto comercial) para el maíz. La siembra directa consistió en aplicación de herbicida a base de glifosato (tres l/ha de producto comercial), aplicación del abonado, siembra con máquina "Solac" y pase de rulo compactador para los cultivos invernales y en aplicación de herbicida a base de glifosato (seis l/ha de producto comercial) sobre el rebrote del cultivo invernal, aplicación del abonado, siembra con máquina "Tantum" en líneas separadas 75 cm y aplicación de herbicida de preemergencia, a igual materia activa y dosis que en laboreo convencional, para el maíz.

Así mismo se estudió el efecto de dos tipos de fertilización: con abonos químicos o con purín. El abonado químico se realizó a base de nitrato amónico cálcico del 26%, superfosfato del 45% y cloruro de potasa del 60%, con aplicaciones para los cultivos invernales de 64 kg/ha de P_2O_5 y 100 de K_2O, mientras que el total de nitrógeno fue diferente, siendo 154 kg/ha para el raigrás, repartido en 70 en el momento de la siembra y 84 después del primer corte, y 70 para la mezcla veza-avena en la siembra. Los aportes para el maíz fueron de 200 kg/ha de N, 150 de P_2O_5 y 250 de K_2O. El abonado con purín se realizó, previo análisis de sus componentes nutritivos, a las dosis necesarias para igualar las aportaciones nitrogenadas del abonado con químicos estimando una eficacia del nitrógeno del purín frente al químico del 70% (Castro *et al.*, 2001; Gómez y Pinilla, 1988), pero sobrepasando las aportaciones del abono químico en P_2O_5 y K_2O, dado que es imposible separar los componentes del purín.

Para la realización del estudio se estableció un diseño de parcela sub subdividida con cuatro repeticiones, en el que la parcela principal fue el sistema de siembra, la subparcela de primer orden el tipo de fertilizante utilizado y la subparcela de segundo orden el tipo de cultivo invernal. La parcela elemental tuvo un tamaño de 8,4 x 10,0 m.

Los controles de producción en los forrajes invernales consistieron en el corte de un rectángulo de 0,90 m x 9,10 m (8,92 m^2) dentro de cada parcela elemental, midiendo peso verde, materia seca (en estufa de aire forzado a 60ºC) y análisis florístico de los componentes fraccionado en GS (gramínea sembrada), CS (cereal sembrado), LS (leguminosa sembrada) y OT (otras especies). En el raigrás se realizaron dos cortes (26/2 y 3/5) y en la mezcla avena-veza un único corte el 3/5. En el maíz se controló el número de plantas nacidas respecto a las sembradas y el número de plantas recogidas (una vez realizado el aclareo comentado anteriormente). La recolección se hizo cuando el estado medio de maduración del grano era pastoso-vítreo (línea de leche situada entre 1/3 y ½ del ápice del grano), midiendo el peso verde y materia seca de las 10 líneas centrales de las parcelas (también en estufa de aire forzado de 60ºC). Los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico SPSS.

Resultados

Los resultados se presentan en la Tabla 1 para los cultivos invernales, el maíz forrajero y para el conjunto de las rotaciones.

Tabla 1: Producción en t MS/ha (P) y porcentajes sobre la misma de gramínea sembrada (GS), cereal sembrado (CS) y leguminosa sembrada (LS) de dos tipos de cultivos invernales, porcentaje de plantas nacidas respecto a las sembradas (PN) y producción del maíz forrajero sembrado tras los cultivos invernales anteriores y producción total de las rotaciones habiendo utilizado dos sistemas de siembra y dos tipos de fertilizantes distintos.

	Cultivo invernal					Maiz forrajero				Total rotación	
	Raigrás		A-V [1]			Tras Raigrás		Tras A-V [1]		Raigrás	A-V [1]
S. siembra	P	GS	P	CS	LS	PN [2]	P	PN [2]	P	P	P
L. convencional											
Ab Qm (3)	8,8	99	9,1	80	13	83	14,9	81	15,6	23,7	24,7
Purín	8,2	98	8,5	58	36	81	14,5	81	14,1	22,7	22,6
Media	8,5	98	8,8	69	25	82	14,7	81	14,9	23,2	23,7
S. directa											
Ab Qm	8,8	99	10,1	76	17	70	16,1	77	16,1	24,9	26,2
Purín	8,6	99	6,7	48	46	77	13,0	79	13,3	21,6	20,0
Media	8,7	99	8,4	62	31	74	14,6	78	14,7	23,3	23,1
Media Ab Qm	8,8	99	9,6	78	15	76	15,5	79	15,9	24,3	25,5
Media Purín	8,4	98	7,6	53	41	79	13,8	80	13,7	22,2	21,3
Media cultivo	8,6	99	8,6	66	28	78	14,6	79	14,8	23,2	23,4
Significaciones [4]											
S. Siembra	NS	NS	NS	NS	NS	***	NS	*	NS	NS	NS
T. Fertilizante	NS	NS	*	*	*	NS	***	NS	**	**	**
C. Invernal	NS					NS	NS			NS	

[1] A-V: Mezcla avena-veza; [2] Posteriormente se aclaró para dejar el mismo número de plantas por parcela; [3] Ab Qm: Abono químico; [4] Significaciones estadísticas del parámetro medido: ***, **, * significativo al 1‰, 1% y 5% respectivamente; NS: no significativo.

Cultivo invernal

Raigrás

Las parcelas fertilizadas con abono químico tendieron a ser más productivas, superando en 0,6 t MS/ha en laboreo convencional y 0,2 en siembra directa respecto a las abonadas con purín, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. En cuanto al sistema de siembra, las parcelas implantadas de forma directa, respecto a las que lo fueron con laboreo convencional,

igualaron la producción, cuando el abonado fue químico, lo que concuerda con trabajos anteriores (Piñeiro y Pérez, 2000) y la superaron cuando lo fue el purín. Sin embargo, en el primer corte del raigrás la producción fue superior en laboreo convencional, por su mayor rapidez de cobertura del suelo, pero en el segundo las parcelas de siembra directa fueron capaces de recuperarse e incluso superar a las de laboreo convencional.

El porcentaje de participación del raigrás sembrado en la producción total fue similar en los dos tipos de abonado aplicado y en los dos sistemas de siembra empleados.

Avena-veza

Las parcelas fertilizadas con abonos químicos superaron a las que lo fueron con purín tanto en laboreo convencional como en siembra directa. En el primer sistema, las diferencias fueron de 0,6 t MS/ha (NS) y en el segundo de 3,4 t MS/ha ($P<0,05$). En estas parcelas fertilizadas con purín y sembradas de forma directa hubo una implantación tardía de las dos especies sembradas, especialmente de la avena, que es la que llevó el mayor peso productivo en todas las mezclas. A este respecto, destaca lo sorprendentemente baja que resultó la contribución de la veza a la producción de sus parcelas cuando se fertilizó con abonos químicos (15%) en comparación con otros estudios realizados sobre este tipo de mezclas (Castro y Piñeiro, 1998). Cuando la fertilización fue el purín, esta contribución fue sensiblemente superior, llegando al 41% ($P<0,05$).

La respuesta respecto al método de implantación utilizado fue diferente según el tipo de abonado empleado, conviene contrastar estos resultados en años posteriores.

En cuanto a la comparación de los dos cultivos, cabe decir que, aunque en todos los casos estudiados no hubo diferencias estadísticamente significativas, excepto en las parcelas abonadas con purín en siembra directa por las razones comentadas anteriormente, la mezcla avena-veza tendió a superar productivamente al raigrás italiano a pesar de cosecharse en un sólo corte frente a los dos necesarios del raigrás, reduciendo así los costes de recolección y habiendo utilizado 84 kg/ha de nitrógeno menos en su fertilización. Un aspecto importante en este tipo de cultivos es el encamado, que no pudo ser estudiado en profundidad en este trabajo, aunque era fuerte tanto en la mezcla como en el segundo corte del raigrás derivado de fuertes lluvias y vientos en los momentos anteriores a la recolección.

Maíz forrajero

Como ya se mencionó anteriormente, las condiciones climatológicas en los momentos posteriores a la siembra fueron malas, especialmente el exceso de precipitaciones, lo que se tradujo en un porcentaje de plantas nacidas sobre las sembradas muy bajo en todo el ensayo. No obstante, el presentado por las parcelas de siembra directa fue claramente inferior (8 puntos de diferencia) ($P>0,001$) que el de las de laboreo convencional, lo que concuerda con la tendencia presentada en el trabajo de Martínez y Piñeiro (2002). Este aspecto debe de ser tenido en cuenta a la hora de la ejecución de la técnica de la siembra directa como método de implantación del maíz, en cuanto a la necesidad de emplear una dosis de siembra mayor que si se hubiese utilizado laboreo convencional para conseguir un número similar de plantas viables productivamente. Los tratamientos de distintos tipos de abonado o distintos cultivos invernales precedentes no mostraron diferencias en este parámetro.

También concuerdan con trabajos anteriores (López Cedrón *et al.*, 2000; Martínez y Piñeiro, 2002) los buenos resultados productivos de la siembra directa frente al laboreo convencional cuando se usa abono químico y los terrenos son de estructura franca, como los utilizados en el ensayo. Las parcelas del primer sistema superaron a las del segundo en 1,2 t MS/ha cuando se instalaron tras raigrás y en 0,5 t MS/ha cuando lo fueron tras la mezcla avena-veza, aunque dichas diferencias no llegaron a ser estadísticamente significativas. Sin embargo, cuando la fertilización fue el purín, la técnica de la siembra directa presentó peores resultados que el laboreo convencional, con una

producción inferior independientemente del cultivo que anteriormente estaba implantado en ellas, 1,5 t MS/ha tras el raigrás y de 0,8 tras la avena-veza.

De los tres factores estudiados: sistema de siembra, tipo de abonado y cultivo invernal, fue el tipo de abonado el que más influyó en las condiciones del cultivo del maíz, con producciones inferiores en todos los casos cuando se abonó con purín que cuando se realizó con químico. La mayor diferencia se dio en la siembra directa tras raigrás con 3,1 t MS/ha (P<0,001) y la menor en el laboreo convencional también tras raigrás con 0,4 t MS/ha (NS).

El cultivo precedente al maíz tuvo poca influencia en las condiciones de este, observándose un ligero incremento de producción (0,2 t MS/ha) en el sembrado tras la mezcla avena-veza que tras el raigrás. A estas mínimas diferencias contribuyó la escasa presencia de la leguminosa invernal en su cultivo, como ya quedó comentado, quedando sus parcelas dominadas por el cereal, con un tipo de crecimiento y extracción de fertilizantes más cercano al raigrás que aquélla.

Total de la rotación

Las producciones totales de la rotación son fruto de lo comentado en los apartados anteriores. Así, el tipo de abonado es el que marca las mayores diferencias, con producciones inferiores (P<0,01) en los cultivos abonados con purín frente a los que los fueron con químico independientemente del tipo de cultivo invernal y del sistema de siembra utilizados, aunque la incidencia fue mayor en las parcelas de siembra directa, con una reducción de 4,7 t MS/ha, que en las de laboreo convencional, con 1,5 t MS/ha. Por tanto, si bien los resultados presentados son de un solo año, parece que la eficacia del abonado con purín frente al químico (Gómez y Pinilla, 1988) para este tipo de cultivos es inferior a la estimada en un inicio para el laboreo convencional (70 % para el nitrógeno) y bastante inferior en el caso de la siembra directa. Los porcentajes de reducción de producción para el raigrás y el maíz, que son los cultivos puros y no tienen una componente como la leguminosa que puede realizar un efecto de amortiguamiento de las diferencias, fueron en el laboreo convencional del 93 % y 97 % respectivamente, mientras que en siembra directa lo fueron del 98 y 81 % para cada uno de los cultivos. Es decir, el maíz en siembra directa acusó en mayor medida la merma de eficacia del purín frente al abono químico.

Conclusiones

El raigrás italiano implantado con siembra directa dio una producción y componentes de la misma similar que en laboreo convencional.

No hubo diferencias de producción entre el raigrás italiano y la mezcla avena-veza como cultivos invernales.

La siembra directa del maíz presentó un 8 % menos de plantas nacidas respecto a las sembradas que el laboreo convencional.

Las parcelas de raigrás italiano y maíz fertilizadas con purín produjeron un 93 y 97 %, respectivamente, de las fertilizadas con abono químico en laboreo convencional, y un 98 y 81 %, respectivamente, en siembra directa.

Referencias bibliográficas

ALVAREZ PINILLA, A.; PÉREZ MÉNDEZ, J.A., 2002. ¿Reducen costes las explotaciones lecheras asturianas? *Correo de Central Lechera Asturiana*, **286**, 8-11.

CASTRO GARCÍA, M.P.; PIÑEIRO ANDIÓN, J. 1998. Efecto del tipo de aprovechamiento y abonado nitrogenado de la mezcla avena (Avena sativa L.) y veza (Vicia sativa L.) en la producción, composición botánica y valor nutritivo de la asociación. Actas de la XXXVIII R.C. de la SEEP. pp 178-180.

CASTRO INSUA, J.; NOVOA MARTÍNEZ, R.; BLÁZQUEZ RODRÍGUEZ, R., 2001. Producción anual de purín en explotaciones de vacuno de leche y utilización eficiente de los nutrientes disponibles para abonado. XLI R.C. de la SEEP. pp 391-397.

GÓMEZ IBARLUCEA, C.; PINILLA, C., 1988. Fertilización de maíz forrajero con purín de vacuno. XXVIII R.C. de la SEEP. pp 331-339.

LLOVERAS, J., 1987. Forage production and quality of screal crop rotations and pastures in northwestern Apain. Grass and Forage Science, **42**, 241-247.

LÓPEZ CEDRÓN, F.X.; RUÍZ NOGUEIRA, B.; CORRAL LÓPEZ, J.J.; PIÑEIRO, J.; SAU, F., 2000. Producción de biomasa de dos rotaciones forrajeras intensivas en regadío y en secano en Galicia. III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes. pp 339-344.

MANGADO URDANIZ, J.M., 1990. Resiembra de praderas. *Navarra Agraria*. pp 69-79.

MARTÍNEZ, A.; PIÑEIRO ANDIÓN, J., 2002. Primeros años de siembra directa de maíz para ensilar. XLII R.C. de la SEEP. pp 303-308.

PIÑEIRO, J.; PÉREZ, J.; 2000. Direct drilling of forage maize, sorghum x Sudan grass and Italian ryegrass. Grasslands Science in Europe, **5**, 131-133.

CROP ROTATION WITH FORAGE MAIZE. EFFECTS OF TILLAGE SYSTEM, KIND OF FERTILIZER, AND TYPE OF WINTER CROP.

SUMMARY:

The present work was carried out in Valdés (Asturias, N Spain) in 2002. The main objective was to study the effects of two tillage systems: conventional vs. direct sowing; two kinds of fertiliser: inorganic vs. liquid manure; and two types of winter crop: Italian ryegrass vs. vetch-oat mixture, on the productions and their components in annual crop rotation with forage maize. Differences in winter crop productions were larger due to the different fertilisers (an advantage of 0.4 t DM/ha in ryegrass and 2.0 in vetch-oat for inorganic if compared to liquid manure) than depending on tillage systems, which threw similar values. For both crops the whole production was almost the same (8.6 t DM/ha). Despite we recognise the importance of lodging, this trait was not analysed in this work deeply enough. Regarding maize, the direct sowing caused a lost of 8 % in successful with respect to sowed grains if compared to conventional tillage. With respect to crop development, among the three evaluated factors the kind of fertiliser was the most critical factor affecting productions, so that we obtained lower values by using liquid manure than inorganic fertiliser. The largest differences were observed in direct sowing after ryegrass (3.1 t DM/ha); whereas the least significant were shown under conventional tillage, also after ryegrass (0.4).

Key words: ryegrass, vetch-oat, liquid manure, direct sowing, conventional tillage.

ROTACIÓN BAJO MANEJO ECOLÓGICO Y CONVENCIONAL PARA LA OBTENCIÓN DE UN FORRAJE CON ALTO CONTENIDO EN PROTEÍNA

A. Castellón,[1] A. Aizpurua,[1] A. Ortuzar,[1] y J. Garro[2]

[1] NEIKER. Berreaga, 1. 48160 Derio. Bizkaia (España). E-mail: acastellon@neiker.net
[2] LORRA, S. Coop. Garaioltza 23. 48196 Lezama. Bizkaia (España)

Resumen

Se estableció un ensayo en el valle de Carranza (Bizkaia) con el objetivo de introducir cultivos con un alto porcentaje de proteína en las rotaciones intensivas para obtener un forraje que se adapte a las exigencias de la producción integrada y que en un futuro cumpla las normas de producción ecológica. La mayor producción obtenida en el cultivo de invierno (4162 kg MS/ha) correspondió a la asociación triticale (X *Triticosecale* Wittmack)-guisante (*Pisum sativum*) que presentaba un porcentaje de proteína bruta de 27,05 %. El cultivo de verano más productivo de los ensayados fue el sorgo (*Sorghum bicolor*)-soja (*Glicyne hispida*), 6210 kg MS/ha.

Palabras clave: producción forrajera, rotación anual, forraje de invierno.

Introducción

Los sistemas basados en cereales están aumentando su importancia en la alimentación de rumiantes ya que pueden proporcionar grandes cantidades de forraje rico en energía (Malloney *et al.*, 1999; Cherney y Martin, 1982). Sin embargo, a menudo contiene menos proteína que el silo de hierba al que sustituyen en la ración y para mantener los niveles actuales de producción de leche y carne estas dietas requieren alguna forma de suplementación proteica. Dicha suplementación es cara y las fuentes tradicionalmente usadas para ello están disminuyendo. Las mezclas de cereales con leguminosas pueden elevar el contenido proteico del forraje (Castro y Piñeiro, 1998) además de presentar una serie de beneficios agronómicos. Así, estudios realizados en diversos países muestran que dichas mezclas pueden ser más productivas que las mismas especies sembradas separadas debido a diversos beneficios de crecer juntos (Anil *et al.*, 1998). Entre estos beneficios cabe destacar una menor presencia de malas hierbas, una menor incidencia de plagas y enfermedades, mayor eficacia en el uso del agua y disminución de la escorrentía como resultado de un más rápido y mayor desarrollo de la cubierta vegetal. Otros efectos observados son una mayor estabilidad en las producciones obtenidas entre las diferentes temporadas y mayores producciones en el cultivo siguiente. Combinar los cereales con otro cultivo capaz de incrementar el contenido en proteína de la ración total, como las leguminosas, puede tener ventajas nutricionales y económicas para las explotaciones que se integren en la producción ecológica, bien sea de carne o de leche.

Materiales y métodos

Cultivo de invierno

Se estableció un ensayo en el valle de Carranza con tres asociaciones de cereal-leguminosa y una leguminosa sola (Tabla 1). El ensayo se estableció según un diseño de bloques al azar con cuatro

repeticiones. Se dividió en dos partes, una recibía un manejo tradicional, con aplicación de abono mineral, herbicidas, plaguicidas, etc. En la otra no se aplicaron herbicidas ni plaguicidas y el abono fue aportado en forma orgánica. El tamaño de la parcela elemental fue de 15x3 m^2.

Previamente a la siembra de las variedades se realizó un análisis de suelo (0-25 cm) obteniéndose los siguientes valores: pH (1:2,5) agua 6,90, Materia Orgánica 3,38 %, Nitrógeno total 0,42 %, relación C/N 7,98, Fósforo Olsen, 19,67 mg/kg, Magnesio, 1,64 meq/100 g, Potasio, (NH_4Ac) 84 mg/kg. En función de dicho análisis se aplicó: 35 000 L/ha de purín (Nitrógeno Total 5,07 Nitrógeno amoniacal 1,34, Fósforo 2,67 y Potasio 4,64, valores en g/kg materia fresca) en el 9 de enero de 2002 a la parte que recibía un manejo ecológico. Posteriormente en el 30 de enero de 2002 se realizó el abonado de fondo de la parte del ensayo con un manejo tradicional aplicándose las mismas cantidades que las aportadas en forma de purín a la otra parte del ensayo. En el 31 de enero de 2002 se procedió a la siembra de las variedades, utilizándose para ello una sembradora de cereales. Las mezclas veza-avena, triticale-guisante y triticale-alberjón se sembraron a una dosis de 180 (cereal) y 120 (leguminosa) semillas viables/m^2 y el haba menor de invierno a 110 semillas viables/m^2.

Se cosechó el ensayo en el 2 de mayo de 2002. Se calculó la producción y se tomaron dos muestras de 300 g, una se utilizó para determinar la capacidad tampón. La otra se utilizó para determinar el contenido en materia seca por desecación de la muestra en estufa de aire forzado a 70º C durante 72 horas. Posteriormente, se molió con un molino de cuchillas con un tamiz de 1 mm para determinar Proteína Bruta (PB) por el método Kjeldahl, Fibra Ácido Detergente (FAD) y Fibra Neutro Detergente (FND) según Goering y van Soest (1970) y Carbohidratos solubles (CHS) según el MAFF (1981).

Cultivo de verano

Tras la cosecha del cultivo de invierno se procedió a la siembra de un cultivo de verano dentro de una rotación anual. En el 4 de junio de 2002 se aró la parcela y se aplicaron 75 000 L/ha de purín a la parte del ensayo de manejo ecológico. En el 12 de junio de 2002 se aplicó abono mineral e insecticida Foxim 10 % a razón de 4 kg/ha (Volaton 10 GR, Bayer) a la parte del ensayo con un manejo tradicional y se aplicaron las mismas cantidades que con purín. En el 14 de junio de 2002 se sembraron los tres tratamientos de verano (Tabla 6). Para las mezclas sorgo-soja y sorgo-guisante se utilizó una sembradora neumática. El mijo (*Pennisetum glaucum* L.) se sembró utilizando una sembradora de cereales a chorrillo. La soja se inoculó en el momento de la siembra a razón de 15 g de *Rhizobium* sp. por cada kg de semilla. El sorgo se sembró con una distancia de 70 cm entre líneas y con una línea de leguminosa, soja o guisante según el tratamiento, intercalada a 35 cm. En el caso del mijo la separación entre líneas fue de 30 cm. Cuatro días después de la siembra se aplicó herbicida, pendimetalina 33 % (Stomb, LE 4 L/ha) una vez que el sorgo había germinado a las mezclas de sorgo-soja y sorgo-guisante de la parte del ensayo que recibe un manejo tradicional.

El ensayo se cosechó en el 12 de septiembre de 2002. Se estimó la producción, tomándose posteriormente una muestra de 500 g que se utilizó para determinar el contenido en materia seca por desecación de la muestra en estufa de aire forzado a 70º C durante 72 horas. Así mismo, se determinó en campo la proporción de sorgo, leguminosa y otras especies en peso.

Resultados y discusión

Cultivo de invierno

La siembra tardía, junto a las suaves temperaturas que se registraron en invierno, favoreció el desarrollo de las leguminosas frente a los cereales sembrados en la asociación.

En cuanto a los estados fenológicos en que fueron cosechados, el triticale se encontraba con las primeras aristas visibles, estado 49 del código Zadocks (Zadocks *et al.*, 1974). La avena presen-

taba la espiga engrosada (estado 45 del código Zadocks). Las leguminosas se encontraban a inicio de la floración salvo el guisante que se encontraba en floración.

La especie menos productiva fue el haba menor (3197 kg MS/ha) frente a la asociación triticale-guisante que fue la más productiva (4162 kg MS/ha), (Tabla 1) aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre las distintas especies ni entre los dos tipos de manejo.

Tabla 1: Producción media (kg/ha) de los diferentes tratamientos.

Especie	Variedad	Producción
Veza - Avena	Vereda-Coveña	3978 [a]
Triticale - Guisante	Senatrit-Pursan	4162 [a]
Triticale - Alberjón	Senatrit	3499 [a]
Haba menor	Econa	3197 [a]

Medidas en columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes según el test de Duncan al nivel de 95 % de probabilidad.

La producción es similar a la obtenida en Galicia por Iglesias y Lloveras (1998) en el haba menor de invierno para un estado fenológico similar del forraje cosechado. En ensayos llevados a cabo en Galicia y en el País Vasco, en el caso de la veza-avena, otros autores (Aizpurura *et al.*, 2000; Castro y Piñerio, 1998) obtienen producciones mayores (aproximadamente 6000 kg MS/ha), aunque se cosechó con la avena a inicio de espigado y la veza en floración. La proporción de cada especie en las mezclas y la presencia de malas hierbas viene reflejada en la Tabla 2. No hay diferencias significativas entre el manejo ecológico y el tradicional en cuanto al porcentaje de malas hierbas presentes. Al no utilizarse ningún tratamiento herbicida se dio una presencia importante de malas hierbas, que en algún caso llegaron a superar la contribución de la gramínea a la mezcla. Los géneros más abundantes fueron: *Taraxacum, Rumex, Trifolium y Lolium.*

Tabla 2: Porcentaje de cada especie a la asociación.

Especie	% leguminosa	% graminea	% otras spp
Veza - Avena	35,69 [c]	45,66 [a]	18,66 [a]
Triticale - Guisante	72,53 [ab]	11,30 [c]	16,17 [a]
Triticale - Alberjón	59,35 [b]	23,08 [b]	17,57 [a]
Haba menor	77,77 [a]	-	22,23 [a]

Medidas en columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes según el test de Duncan al nivel de 95 % de probabilidad.

Composición químico-bromatológica

En cuanto al porcentaje de proteína bruta (PB) se observan diferencias significativas entre la asociación veza-avena y el resto de tratamientos. Destaca la mezcla triticale-guisante que supera el porcentaje de proteína incluso a la leguminosa sembrada sola (Haba menor, Tabla 3). La mezcla con menor proporción de leguminosa, la veza-avena, es la que presenta un menor porcentaje de proteína, coincidiendo con los resultados obtenidos por Castro y Piñeiro (1998) al ensayar diversas proporciones de leguminosa y cereal en las mezclas. Todos los tratamientos superaron el 12% de proteína bruta (Tabla 3) considerado como adecuado para el forraje por diversos autores (Castro y Piñeiro, 1998, Zea y Diaz, 1990). Estos últimos conseguían reducir el aporte de proteína en los concentrados con un forraje de un 12 % de proteína, valor ampliamente superado por todas las mezclas cosechadas.

El contenido en fibras ácido detergente (FAD) y neutro detergente (FND) no presenta diferencias significativas entre los tratamientos ni entre los distintos manejos. Los valores obtenidos en ambas

fibras son más bajos de los habituales, especialmente para la FND (Tabla 3), lo cual indica que se trata de un forraje muy digestible, aunque para el haba menor cv 'Econa' Iglesias y Lloveras (1998) obtienen valores superiores de FAD cosechando con un desarrollo similar.

Tabla 3: Porcentaje sobre materia seca de PB, FAD y FND para cada especie.

Especie	Variedad	PB	FAD	FND
Veza - Avena	Vereda - Coveña	16,35 [b]	28,99 [a]	40,40 [a]
Triticale - Guisante	Senatrit - Pursan	27,05 [a]	31,62 [a]	41,20 [a]
Triticale - Alberjón	Senatrit	23,15 [a]	30,03 [a]	39,81 [a]
Haba menor	Econa	25,10 [a]	29,44 [a]	35,93 [a]

Medidas en columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes según el test de Duncan al nivel de 95 % de probabilidad.

Ensilabilidad

Entre los parámetros analizados para estimar la ensilabilidad del forraje cosechado se encuentran los carbohidratos solubles, la capacidad tampón y el porcentaje de materia seca (Tabla 4).

Tabla 4: Porcentaje de carbohidratos solubles sobre materia seca (CHS), Capacidad tampón (CT) expresado en meq OHNa/kg MS y porcentaje de materia seca (MS).

Especie	CHS		CT	MS
	Ecológico	Tradicional		
Veza - Avena	23,30 [a]	19,33 [a]	304,39 [b]	13,64 [a]
Triticale - Guisante	11,50 [b]	11,70 [b]	311,72 [b]	11,86 [b]
Triticale - Alberjón	7,80 [c]	6,73 [c]	380,73 [a]	11,36 [b]
Haba menor	7,83 [c]	9,47 [bc]	332,00 [b]	9,13 [c]

Medidas en columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes según el test de Duncan al nivel de 95 % de probabilidad.

Los valores de carbohidratos solubles obtenidos son bajos, salvo en el caso de la veza-avena (23%, Tabla 4), que presenta la mayor concentración de azucares. Argametería *et al.* (1997) consideran un valor del 15% como el adecuado para evitar fermentaciones no deseadas y son únicamente superados por esta mezcla en ambos tratamientos. Respecto a la capacidad tampón, salvo el triticale-alberjón (380,73 meq/kg de MS), todos los tratamientos presentan valores inferiores a 350 mEq OHNa/kg MS lo que permitiría la acidificación del forraje para un correcto ensilado. Todas las mezclas presentaban un contenido de materia seca bajo, por debajo de 15 %, muy inferior a los valores que se consideran adecuados para un forraje que se quiere ensilar. El elevado contenido en agua puede provocar el crecimiento de clostridios además de impedir una correcta fermentación y un aumento de pérdidas por el efluente (Argametería *et al.*, 1997). Esto se debe a que se cosecharon las mezclas en un estado de desarrollo poco avanzado.

Cultivo de verano

Las plantas de sorgo se encontraban en floración en el momento de ser cosechadas. El guisante presentaba las legumbres completamente formadas y la soja las vainas formadas. No se pudo estimar la producción del mijo debido a la muy irregular nascencia provocada por un incorrecto funcionamiento de la sembradora utilizada. El guisante, debido a las abundantes precipitaciones, estaba bastante afectado por el hongo fitopatógeno *Uromyces* sp. causante de la enfermedad de la roya. En la parte del ensayo en que no se aplicó herbicida, calificada como ecológico, hubo una gran invasión de malas hierbas, principalmente de los géneros *Amaranthus* y *Chenopodium*.

La producción media de ambos manejos fue de 6210 kg MS/ha para la mezcla sorgo-soja y 5984 kg MS/ha para el sorgo-guisante (Tabla 6). No hay diferencias significativas ni entre las dos aso-

ciaciones ensayadas ni entre los manejos. Son producciones bajas si las comparamos con el cultivo tradicional de verano empleado en las rotaciones, el maíz forrajero que produce en las condiciones del ensayo más de 11 000 kg MS/ha (Rodriguez, 1989; Lloveras, 1987). Ello se debe a la baja densidad de siembra conseguida para el sorgo 77 270 plantas/ha, no así para las leguminosas de la asociación donde sí se consiguió una dosis más adecuada, 173 926 plantas/ha en el caso de la soja y 197 346 plantas/ha para el guisante forrajero.

Tabla 5: Producción media (kg/ha) de los diferentes tratamientos.

Especie	Variedad	Producción	
		Ecológico	Tradicional
Sorgo - Soja	Super dolce 10 - Osumi	6216 [a]	6203 [a]
Sorgo - Guisante	Super dolce 10 - Gracia	5462 [a]	6505 [a]

Medidas en columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes según el test de Duncan al nivel de 95 % de probabilidad.

La proporción de sorgo y leguminosa de las mezclas viene reflejada en la Tabla 6. Se aprecia el efecto del herbicida que se aplicó en la parte del ensayo con un manejo tradicional. Así se observa que las malas hierbas superaron la producción de la leguminosa tanto en la mezcla sorgo-soja (25,64 % de otras especies frente a 15,45 % de soja) como en la sorgo-guisante (16,20 % de otras especies frente a 4,28 % de guisante) cuando estas no recibieron herbicida. La incidencia de la roya afectó al guisante disminuyendo su contribución a la mezcla, sobre todo en el caso de las parcelas con tratamiento herbicida donde el sorgo representa el 95,96 % de la producción.

Tabla 6: Porcentaje de cada especie a la asociación.

	% leguminosa	% sorgo	% otras spp
Sorgo - Soja	15,46 [a]	67,55 [b]	
Sorgo - Guisante	3,81 [b]	87,74 [a]	
Ecológico		69,22 [b]	20,92 [a]
Tradicional		86,08 [a]	4,52 [b]

Medidas en columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes según el test de Duncan al nivel de 95 % de probabilidad.

En la mezcla sorgo-guisante en ambos manejos el guisante estaba en un estado fenológico más avanzado que el sorgo en el momento de la cosecha, por lo que la mezcla no se adaptó bien en las condiciones de este año. Tanto en el caso del guisante como de la soja, a pesar de la alta densidad de plantas obtenidas tras la siembra, su contribución a la producción total de biomasa fue muy baja. Smith y Carter (1998) citan como posibles causas de la poca producción de las leguminosas acompañantes a plantas C_4 como el sorgo o el maíz la competencia por la luz y la humedad del suelo, aumentando la producción de la leguminosa cuando se aplicaba riego hasta llegar a los valores habituales cuando ésta se siembra sola.

Conclusiones

En el cultivo de invierno se obtuvo un forraje con un alto contenido en proteína (superior al 16 %) y una producción media de 3695 kg MS/ha. El bajo porcentaje de materia seca del forraje cosechado hace necesario el uso de algún conservante para su correcto ensilado.

La ausencia de un tratamiento para controlar las malas hierbas en el manejo ecológico provocó una fuerte invasión de malas hierbas en el cultivo de verano. La producción media de los cultivos de verano fue de 6097 kg MS/ha.

Referencias bibliográficas

ANIL, L.; PARK, J.;PHILIPPS, R. H.; MILLER, F. A., 1998. Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass and Forage Sciencie*, **53**, 301-317.

AIZPURA, A.; CASTELLÓN, A.; ALBIZU, I.; GARRO, J.; BESGA, G., 2000. Productividad y calidad nutritiva de cereales de invierno en rotación con maíz en el país vasco. *Actas de la XLI Reunión Científica de la SEEP*, 539-545. Alicante.

ARGAMENTERÍA, A.; ROZA de la, B.; MARTÍNEZ, A.; SÁNCHEZ, L.; MARTÍNEZ, A., 1997. *El ensilado en Asturias*. Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias, 124 pp. Oviedo.

CASTRO, M. P.; PIÑEIRO, J., 1998. Efecto de la dosis de siembra de *avena (Avena sativa L.)* y veza común (*Vicia sativa L.*) en la producción, composición botánica y valor nutritivo de la asociación. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*, 173-176. Soria.

CHERNEY, J. H.; MARTIN, G. C., 1982. Small grain crop forage potential: I Determinants of quality and yield. *Crop Science*, **22**, 227-231.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J., 1970. *Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some aplications)*. Agricultural Handbook Nº 379. U.S. Department of Agriculture, 20 pp. Washinton (EEUU).

IGLESIAS, I.; LLOVERAS, J., 1998. Annual cool-season legumes for forage production in mild winter areas. *Grass and Forage Science*, **53**, 318-325.

LLOVERAS, J., 1987. Forage production and quality of several crop rotations and pastures in northwestern Spain. *Grass and Forage Science*, **42**, 241-247.

MAFF, 1981. *The Analysis of Agricultural Materials*. Replaces Technical Bulletin 27. Her Majesty´s Stationery office, 225 pp. London (UK).

MALLONEY, T. S.; OPLINGER, E. S.; ALBRECHT, A., 1999. Small grains for fall and spring forage. *Journal Production Agriculture*, **12(3)**, 488-494.

RODRIGUEZ, M., 1989. Ensayos de maíz y girasol forrajero. *Informes técnicos*, **27** Gobierno Vasco, Departamento de Agricultura.

SMITH, M. A.; CARTER, P. R., 1998. Strip intercropping Corn and Alfalfa. *Journal Production Agriculture*, **11(3)**, 345-353.

ZADOCKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Eucarpia Buletin*, **7**, 10.

ZEA, J.; DIAZ, D., 1990. *Producción de carne con pastos y forrajes*. Mundi-Prensa, 389 pp. Madrid.

CROP ROTATION UNDER ECOLOGICAL AND TRADITIONAL PRODUCTION WITH A HIGH CRUDE PROTEIN CONTENT

SUMMARY

The aim of this experimet carried out at Carranza (Bizkaia) was to get some forrage with a hig protein value witch meets the specifications of the integrated production and in the future the ecological production. The intercrop triticale-pea obteined the highest dry matter (DM) for the winter forage (4162 kg DM/ha) with a crude portein content of 27.05 %. The summer forage intercrops tested yielded 6210 kg DM/ha sorghum-soybean and 5984 kg DM/ha sorghum-pea.

Keywords: forage production, annual rotation, winter forage.

MEJORA DE PASTOS EN ZONAS SEMIÁRIDAS MEDITERRÁNEAS DEL ALENTEJO (PORTUGAL)

J. Velez,[1] L. Olea,[2] E.M. Ferrera,[2] J. Dores,[1] R. Nobre,[1] L. Coleto,[2] R. López Bellido,[2] y J. Viguera[2]

[1] Escuela Superior Agraria de Beja (Portugal). [2] Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Carretera de Cáceres s/n. 06071. Badajoz.

Resumen

Los ecosistemas pastorales del S.O. de la Península Ibérica son poco productivos, frágiles, pero de gran interés medioambiental.

El ensayo de investigación en campo se ha realizado durante dos años, bajo pastoreo en un área de dehesa (montado), controlándose producción (cantidad y calidad), cobertura vegetal, composición botánica y evaluación de la fertilidad del suelo.

Los resultados manifiestan que los pastos mejorados con introducción de mezcla de trébol subterráneo y fertilización con roca fosfórica tanto por el método tradicional, como por el de franjas, han producido más que los naturales fertilizados y los testigos sin mejorar, con niveles medios de más de 7300 kg ms/ha. año.

Cualquier pasto mejorado tiene más % de leguminosas y menos % de gramíneas que el pasto natural sin mejorar. No existen diferencias entre los dos tipos de fertilizantes aplicados sobre los pastos naturales, ni entre los dos métodos de introducción.

Palabras clave: Pascicultura, trébol subterráneo, dehesa.

Introducción

Los ecosistemas mediterráneos, incluidos las dehesas, del sur de Europa y del norte de África tienen una enorme riqueza ambiental, son de gran belleza y de gran biodiversidad, aunque frágiles (Talamucci, 1993). Se caracterizan por sus suelos pobres y por su clima seco y agreste, desarrollándose pastos naturales, aprovechados irregularmente y pocas veces bien cuidados (Velez, 2001, Cordero, 1965).

En el Alentejo portugués, en Extremadura y en buena parte de Andalucía occidental, se necesitan cada vez más preservar, recuperar y mejorar estos ecosistemas pastorales-silvo-agrarios de forma integrada, racional y sostenible. Los pastos son un elemento básico e indisoluble de toda esta cadena para encontrar el equilibrio y la sostenibilidad. En este sentido la Escuela Superior Agraria de Beja y la Escuela de Ingenierías Agrarias de Extremadura están ejecutando un proyecto cuyo objetivo es la mejora de los pastos.

El principal objetivo de este trabajo es estudiar la mejora de los pastos naturales en base a tecnologías de conservación y de incremento de la biodiversidad, con especial atención a la conservación del medio.

Material y método

Diseño experimental

El ensayo se siembra en bloques al azar con cuatro repeticiones y un total de siete tratamientos (dos mezclas a implantar, dos métodos de implatación, pasto natural con dos fertilizaciones y pasto testigo sin mejorar). (Fig. 1)

Suelo

El ensayo se ha realizado en una zona pastoral de la comarca de Beja (Portugal) de la que se tomaron muestras para su análisis previo a la implantación del ensayo, indicándonos que se trata de un suelo limo-arcillosa, con pH en agua de 6.4, % de M.O. de 0.8 y una riqueza en fósforo Olsen de 8 ppm.

Clima

El clima de la zona de Beja (Portugal) donde se ha realizado el ensayo es deacuerdo con la clasificación de L'Houerou es de tipo semiárido mediterráneo. La pluviometría media a esperar (30 años) es de 465 mm, analizado para el periodo 1956-1986.

Fertilización

La fertilización básica es la recomendada por Olea et al.,(1989) y Santos (1991), para este tipo de pastos y consistió en la incorporación de 40 U.F. de P_2O_5/ha.año en forma de roca fosfórica (26 % de P_2O_5) y 30 U.F. de K_2O/ha.año en forma de KCl. Todas las parcelas unitarias recibieron esta fertilización excepto un tratamiento de pasto natural que fue fertilizado con 40 U.F. de P_2O_5/ha.año en forma de Superfosfato de cal (18 %) y 30 U.F. de K_2O/ha.año en forma de KCl.

Composición de las mezclas

Mezcla A (25kg/ha): cinco cultivares de *Trifolium subterraneum* (5 kg/ha. cv): "Junee", "Campeda", "Dalkeith", "York" e "Rosedale".

Mezcla B (34.5 kg/ha): *Trifolium subterraneum* (1.5 kg/ha .cv): "Junee", "Campeda", "Dalkeith", "York", "Rosedale; *Trifolium hirtum* cv. "Hifkon" (1.5 kg/ha); *Trifolium resupinatum* cv. "Kiambro" (2 kg/ha); *Trifolium versiculosum* cv. "Arrowleaf" (3 kg/ha); *Trifolium balansa* cv. "Bolta" (3 kg/ha); *Trifolium fragiferum* cv. "Palestine" (1.5 kg/ha); *Ornithopus compressus* cv. "Tauro" (3kg/ha); *Medicago polymorpha* cv. "Santiago" (2 kg/ha); *Medicago polymorpha* cv. "Serena" (2 kg/ha); *Dactylis glomeratum* cv. "Curie" (3 kg/ha); *Lolium rigidum* (3 kg/ha); *Lolium multiflorum* (3 kg/ha).

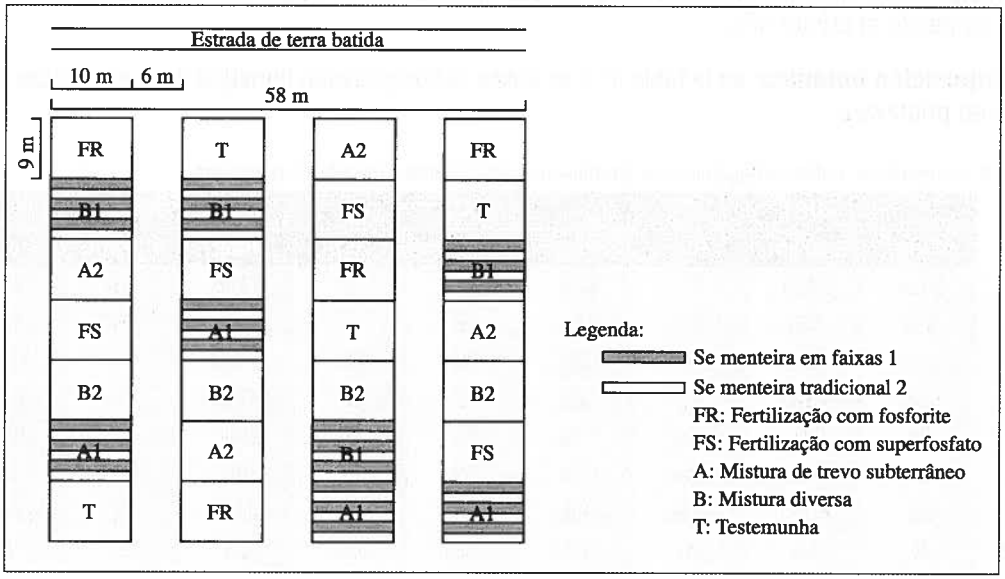
Implantación y manejo del ensayo

El ensayo se implantó en Octubre de 2000 de acuerdo con la tecnología "tradicional" empleada en la zona (una labor preparatoria de poca profundidad seguida de dos labores superficiales y posterior siembra con sembradora de pratenses) y con siembra en franjas alternas de 1.5 m. de anchura. Estos tratamientos referidos "en franjas" y "tradicional" corresponden respectivamente a los señalados como 1 y 2 en la figura 1.

Aprovechamientos

El ensayo, situado en una cerca de 2.5 ha aproximadamente ha sido sometido a pastoreo continuo-diferido con ganado ovino, controlando sus producciones en primavera durante el primer año de estudio (mayo 2001), y en otoño-invierno (noviembre 2001) y en primavera (mayo 2002), durante los dos años de estudio. La composición botánica y calidad de la biomasa se determinó en los aprovechamientos de primavera.

Figura 1: Croquis del ensayo.



Resultados y discusión

• **Clima**: Los 2 años de estudio fueron termométricamente similares al medio, aunque pluviométricamente el 00/01 fue más lluvioso.

• **Producción**: en la tabla nº 1 se indican los resultados productivos de los dos años de estudio (00/01 y 01/02) y de la media de ellos.

Tabla 1: Producción (Kg ms/ha) de 2000/2001 y 2001/2002 y sus medias.

Tratamiento	Producción 2000/2001	Producción 2001/2002	Media
A1	4963a	7599	6264a
A2	5121a	7331	6226a
B1	3688ab	6096	4892ab
B2	4368ab	6007	5187ab
FR	3197b	5705	4251b
FS	3730ab	5795	4762b
T	3151b	5216	4083b
CV (%)	27	22	24
DMS	1431	NS	1501

Las mayores producciones medias de los dos años corresponden a los tratamientos A1 y A2 (mezcla de variedades de trébol subterráneo con fertilización de roca fosfórica, introducción tradicional y en franjas , que han producido significativamente más que el testigo y los tratamientos de los pastos naturales fertilizados en concordancia con lo afirmado por Olea., *et al* (1986 y 1990) y Olea y Viguera (1998) para estas zonas.

Destaca que en el segundo año (suma de las producciones de otoño-invierno y primavera) no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Los niveles de producción tanto en el primer año (sólo se ha contado producción de primavera), como en el segundo, son realmente grandes para estas zonas (Olea *et al.*, 1989).

No existen diferencias significativas entre los dos métodos de introducción ("tradicional" y "en franjas"), ya desde el primer año.

• **Composición botánica**: en la tabla nº 2 se indica la composición florística de la producción evaluada en primavera.

Tabla 2: Composición botánica (leguminosas, gramíneas y otras plantas) medida en primavera.

	2001			2002			media		
	% leg.	% gram.	% o.p.	% leg.	% gram.	% o.p.	% leg.	% gram.	% o.p.
A1	19ab	74ab	7c	62a	31	7	41ab	53	7c
A2	33a	64b	3c	65a	28	7	49a	46	5c
B1	8cd	78ab	14bc	58a	30	12	33ab	55	12c
B2	12bc	73ab	3c	60a	32	8	37ab	57	6c
FR	0d	61b	39a	57a	32	11	28bc	46	25a
FS	1d	84a	16bc	56a	33	11	29bc	63	14bc
T	0d	69ab	31ab	32b	56	12	16c	62	22ab
DMS	8	26	20	22	NS	NS	16	NS	9

o.p.: otras plantas.

Puede apreciarse que los niveles de leguminosas en el primer año son muy inferiores a los del segundo año y los mayores siempre corresponden a los pastos implantados.

El tratamiento de pasto implantado con mezcla de variedades de trébol subterráneo y siembra "tradicional" tiene significativamente más proporción de leguminosas que los pastos naturales mejorados y el testigo, y también menor proporción de "otras plantas" que el testigo.

También en lo que a % de leguminosas se refiere no ha habido en los valores medios, diferencias de las dos formas y con los dos fertilizantes y todos ellos tienen significativamente más leguminosas que el testigo sin mejorar.

Ninguno de los siete tratamientos han tenido diferentes comportamientos, a nivel de significación, entre sus % de gramíneas.

No se aprecian en la composición florística diferencias signicativas entre los métodos de introducción de pastos estudiados.

• **Calidad de la biomasa**: Se han analizado muestras de biomasa disponible en primavera (los datos medios de las dos primaveras se indican en la tabla nº 3).

Tabla 3: Datos medios de calidad.

	Proteína Bruta (%)	Fibra Bruta (%)	D.M.O. (%)	Fósforo (%)
A1	8,8	32,3	50,3	0,23
A2	9	31,4	50,9	0,2
B1	8	31	51,5	0,24
B2	8,6	31,1	50,7	0,22
FR	8,2	29,7	52,7	0,29
FS	9	31	50,9	0,23
T	7,6	30	50	0,2

La calidad de estos pastos se sitúa en niveles buenos para estos tipos de pastos de dehesa al final de la primavera. No existen diferencias importantes entre los tratamientos.

Conclusiones

El proyecto está programado a 4 años, si embargo de las dos primaveras pueden deducirse algunas conclusiones que deben tener un valor preliminar.

1.- Gran producción de biomasa, sobre todo en el segundo año de estudio, donde hay diferencias importantes a favor de los pastos mejorados con introducción de variedades de trébol subterráneo.

2.- Pastos mejorados con introducción de mezcla de variedades de trébol subterráneo y roca fosfórica, en franjas y tradicional, han producido más (media de los dos años estudiados), que los naturales fertilizados con roca fosfórica o superfosfato de cal y que los pastos sin mejorar.

3.- El pasto testigo sin mejorar tiene significativamente menor proporción de leguminosas y más de "otras plantas" que los pastos introducidos con cualquier procedimiento.

4.- No hay diferencias significativas entre los % de gramíneas de todos los tipos de pastos estudiados, incluso el testigo sin mejorar.

5.- No existen diferencias significativas entre los dos métodos de introducción de especies, ni para la producción ni para la composición florística.

6.- Superado el primer año de implantación de ensayo, toda la bibliografía es coincidente al destacar el comportamiento en le segundo año como pauta que seguirá la mejora y en este caso es muy destacable su producción de biomasa y su % de leguminosas, por lo que es importante tener datos de más años.

Referencias bibliográficas

CARDOSO CARVALHO, J., 1965. Os Solos de Portugal, sua classificação, caracterização e génese a Sul do rio Tejo. Ed. MAP. Lisboa (Portugal).

OLEA, L., 1990. Forrages y Producción animal en condiciones semiáridas mediterráneas. Congreso Internacional Latinoamericano, 205–238. Ed. SIA. Badajoz (España).

OLEA, L.; PAREDES, J.; VERDASCO, P., 1986. Mejora de los Pastos de la Dehesa. Conservación y desarrollo de las dehesas portuguesa y española, 87 – 110. Ed. SIA, , Badajoz (España).

OLEA, L.; PAREDES, J.; VERDASCO, P., 1989. Características productivas de los pastos de la dehesa del SO de la Península Ibérica. II Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes, 147-172. Ed. Pastos. Badajoz (España).

OLEA, L.; VIGUERA, F. J., 1998. La dehesa. Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Rev. Cultivos y Pastizales, 95 – 114. Ed. Agrícola Española. Madrid (España).

SANTOS, J. Q., 1991. Fertilização, fundamentos da utilização dos adubos e correctivos. Publicações Europa-América, Mem Martins. Lisboa (Portugal).

TALAMUCCI, P., 1993. Alcune considerazione sui sistemi pastorali a risorsi diversificate nelle aree mediterranee. Actas de la XXXIII Reunión Científica de la SEEP. 13 – 37 Ciudad Real (España).

VELEZ, J., 2001. Mejora de los pastos en zonas de montados/dehesa semiáridas mediterráneas. Memoria de investigación. UEX. Badajoz (España).

EVOLUCIÓN DE PASTOS MEJORADOS MEDIANTE DISTINTAS TÉCNICAS EN UNA DEHESA EXTREMEÑA: ANÁLISIS COMPARATIVO.

M. Murillo, F. González, V. Moreno, J. Paredes y P.Mª. Prieto

Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Junta de Extremadura, Finca La Orden, 06187 Guadajira, Badajoz (España).

Resumen

En una dehesa extremeña se practicaron distintos tipos de siembra de leguminosas pratenses anuales, con y sin laboreo previo del terreno, con el objetivo de recuperar la vegetación. Durante cuatro años (1998-2001) se estudió la evolución de las especies introducidas mediante siembra, comparándola con la evolución del pasto natural y pasto mejorado mediante fertilización fosfórica. La producción media anual fue de 2722 kgMS/ha en el tratamiento de siembra directa y 2708 kgMS/ha en el de siembra tradicional, superando las producciones del pasto natural y del pasto fertilizado (1487 kgMS/ha). Asimismo, todos los tratamientos de mejora suponen un incremento en el porcentaje de leguminosas con respecto al pasto natural (23 % - 33 % frente a 17 %), así como la presencia de plantas más desarrolladas y especies más palatables.

Palabras clave: conservación de suelos, *Trifolium subterraneum* L., mejora de pastos

Introducción

Además de la importancia que tienen las dehesas por su multiplicidad de usos (ganadería extensiva, agricultura, aprovechamiento forestal, cinegético, apícola, etc.), éstas representan una serie de valores sociales, culturales y de preservación del patrimonio natural, que motiva el interés por su conservación. Los años de sequía seguidos de otros húmedos, el manejo incorrecto del pasto, rozas indiscriminadas, prácticas de laboreo excesivas y otras causas, han contribuido a la aparición de un proceso degradatorio en muchas áreas de dehesa, entendiendo por degradación todo proceso capaz de producir, a largo plazo, un cambio profundo y negativo del ecosistema, implicando una regresión en la evolución edáfica. En términos de productividad, se define como un proceso que rebaja la capacidad actual y potencial del suelo para producir.

La dehesa presenta amplias áreas en perfecto estado de conservación que contrastan con otras zonas que sufren diferentes grados de degradación. En muchas ocasiones, la degradación de la dehesa es más cualitativa que cuantitativa, ya que se refiere a la sustitución de unas especies por otras de valor económico y ecológico inferior, originando un declive en la diversidad de especies. Esta situación influye en un paulatino empobrecimiento de los suelos que muestran su incapacidad de regenerarse, aún con valores relativamente bajos de pérdida de suelo y, a su vez, lo hacen más susceptible a los efectos de la erosión hídrica. Para evitar que este deterioro siga su curso, es conveniente tomar medidas que permitan, en los casos necesarios, la recuperación y conservación del ecosistema. Para ello se estudiaron distintas técnicas de introducción y mejora de pastos como posibles alternativas que permitieran recuperar y aumentar la productividad natural de la

dehesa. Simultáneamente, aunque no se incluya en este trabajo, se realizaba un control de las pérdidas de agua y suelo mediante el empleo de parcelas de erosión cerradas (Murillo, 2002), dispositivos relativamente complejos y costosos que requieren un importante esfuerzo de montaje y mantenimiento, afectando esto, en la práctica, al diseño del experimento.

Material y métodos

El estudio se realizó en la finca "Las Cañas", al N.O. de Badajoz, elegida por su representatividad de un espacio adehesado sobre suelos pizarrosos ácidos (pH=5,3), de poca profundidad (15-30 cm), escasa materia orgánica (1,4 %), contenido en fósforo inapreciable y escasa cobertura vegetal.

El diseño del experimento, sujeto a las exigencias del estudio de la erosión, no permitió el establecimiento de repeticiones de los tratamientos experimentales sobre el pasto. Cada uno de ellos ocupó 0,5 ha (100 x 50 m^2) dentro de una superficie total de 4,5 ha, elegida por su uniformidad en cuanto a relieve y vegetación se refiere. Los distintos tratamientos de fertilización y siembra, además del pasto natural testigo (**T0**), iniciados el 27 de octubre de 1997 fueron los siguientes: **T1**: siembra directa de pratenses en surcos separados 75 cm, siguiendo las curvas de nivel; **T2**: siembra tradicional de leguminosas pratenses anuales, sobre un suelo labrado; **T3**: siembra directa de pratenses con sembradora "sod-seeder"; **T4**: siembra en bandas de 2,5 m de ancho, alternadas con bandas de pasto natural; **T5**: pasto natural fertilizado y **T6**: T2+leguminosa grano.

La mezcla de pratenses utilizada, estaba formada por tres variedades de *Trifolium subterraneum* L. (Areces, Zújar y Valmoreno), a razón de 5 kg/ha de cada una, 8 kg/ha de *Ornithopus compressus* L. y 2 kg/ha de *Trifolium glomeratum.* L., siendo la dosis total de semilla de 25 kg/ha (37 kg de semilla peletizada/ha). Respecto a la leguminosa grano del tratamiento T6, se utilizó tremosilla (*Lupinus luteus* L.) a razón de 25 kg/ha. Todos los tratamientos, excepto el testigo, se fertilizaron con 36 UF P_2O_5/ha, equivalente a 200 kg/ha de superfosfato de cal del 18 %, y fueron aprovechados de forma controlada con ganado ovino.

El porcentaje de cobertura vegetal del suelo lo realizaban mensualmente dos personas, mediante estimación ocular, lanzando 12 marcos de 50x50 cm^2 en cada tratamiento a lo largo de un transecto fijo. Simultáneamente y de la misma forma, se determinaba por estimación visual el porcentaje de suelo cubierto por gramíneas, leguminosas, compuestas y otras hierbas (todos los meses en los que era posible su distinción). Se contaron también las plantas leguminosas nacidas tras la siembra, en enero de 1998, y anualmente, se realizaron conteos de leguminosas nacidas (tanto sembradas como espontáneas) en todos los tratamientos, dentro de 12 marcos de 25x25 cm^2 a lo largo de un transecto.

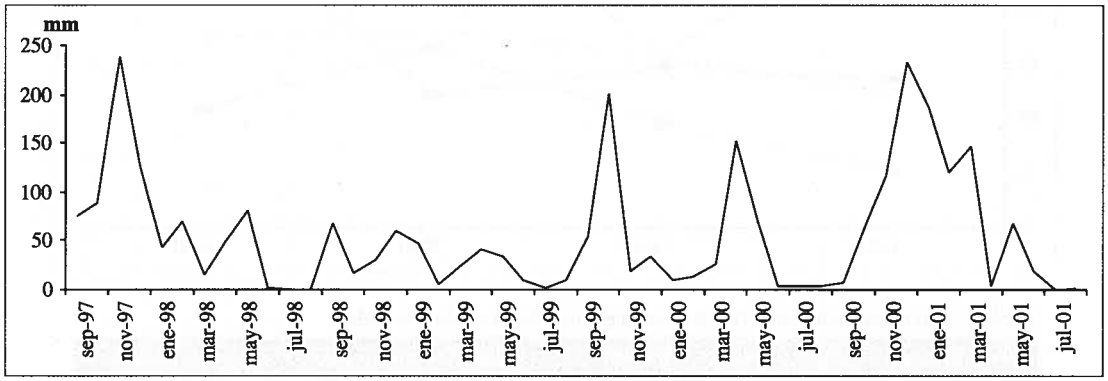
Para calcular la producción vegetal de materia seca se practicaron, en cada tratamiento, tres cortes anuales en dos jaulas de exclusión de 1 m^2 de superficie. Posteriormente, las muestras se secaban en estufa a 103 ± 2 ºC hasta peso constante, pudiéndose determinar, mediante el peso de esta materia seca, la producción en kg/ha.

Resultados y discusión

La implantación de la vegetación tras la siembra no ofreció el resultado esperado, pues en ninguno de los tratamientos se alcanzó el mínimo considerado como "buena implantación" (100 plantas/m^2 según González *et al.*, 1999), siendo el tratamiento de siembra en surcos (T1) el que más se aproximó a esta cifra, 97 plantas/m^2, seguido de la siembra en bandas T4 (81 plantas/m^2), siembra con *Lupinus* T6 (68 plantas/m^2), siembra tradicional T2 (65 plantas/m^2) y siembra directa T3 (45 plantas/m^2) (Murillo *et al.*, 2000). Esta deficiente implantación fue consecuencia del arrastre de semilla ocasionado por las excepcionales lluvias ocurridas los días 5 y 6 de Noviembre de 1997, justo después de la siembra (hasta 128,9 mm en 24 horas). A pesar de este primer contratiempo, la vegetación fue evolucionando adecuadamente, poniendo de manifiesto claras diferencias entre los tratamientos.

Durante los cuatro años de estudio, la pluviometría fue muy variable, condicionando en gran medida el desarrollo de la vegetación. En la Figura 1 se refleja la pluviometría mensual, donde se puede observar que, exceptuando las lluvias extremas ocurridas en otoño de 1997, los dos primeros años fueron de escasa pluviometría, no así los dos últimos, en los que se registraron totales de 594 mm y 963 mm para los periodos 99/00 y 00/01.

Figura 1: Pluviometría mensual (mm).



La cobertura vegetal media a lo largo de los cuatro años (Tabla 1) fue superior al 60 % en los tratamientos de siembra directa y siembra tradicional (T1 y T2) y en el pasto natural fertilizado (T5), con 67, 63 y 62 % respectivamente. El tratamiento de siembra de pratenses con tremosilla (T6) debido a la presencia de esta leguminosa grano, alcanzó una cobertura del 47 % el primer año, bajando al 37 % el segundo año tras el pastoreo y recuperándose en el 2001, año en el que alcanza el 66 % de cobertura vegetal.

Tabla 1: Porcentaje medio de cobertura vegetal anual.

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
97-98		64	60	42	36	65	47
98-99	45	54	51	25	37	54	37
99-00	45	68	64	56	56	60	48
00-01	74	83	77	72	66	70	66
MEDIA	**55**	**67**	**63**	**49**	**49**	**62**	**49**

En cuanto a la composición botánica (Figura 2), se observa una evolución anual complementaria de gramíneas y leguminosas; sin embargo, la evolución de compuestas y otras hierbas es prácticamente paralela. Centrándonos en la fracción de leguminosas (Tabla 2), se observa una clara dominancia de éstas en la siembra directa en surcos T1, pues esta parcela tuvo una mayor implantación de leguminosas en la siembra, gracias al tapado de la semilla y ausencia de laboreo, evitando arrastres de semilla por erosión. En el T6 el pastoreo en junio de 1998 eliminó la tremosilla, que contribuía en gran medida a elevar ese porcentaje de leguminosas (38 % en 97/98); además, el pastoreo tardío no favoreció la producción de semillas de trébol, lo que se reflejó en el 11% de leguminosas observado en el período 98/99 en este tratamiento.

Secundando el elevado porcentaje medio de leguminosas presente en T1 (33 %), se encuentra el tratamiento de siembra tradicional T2 (30 %). Por otra parte, los tratamientos T3 y T4 presentan las menores coberturas y menor proporción de leguminosas los primeros años, recuperándose posteriormente y alcanzando, en el 2001, cifras similares a las de T1 y T2. En cualquier caso, todos los tratamientos de mejora superan al testigo en cuanto a cobertura de leguminosas. Asímismo, los conteos de leguminosas permitieron observar su evolución y persistencia en el pasto

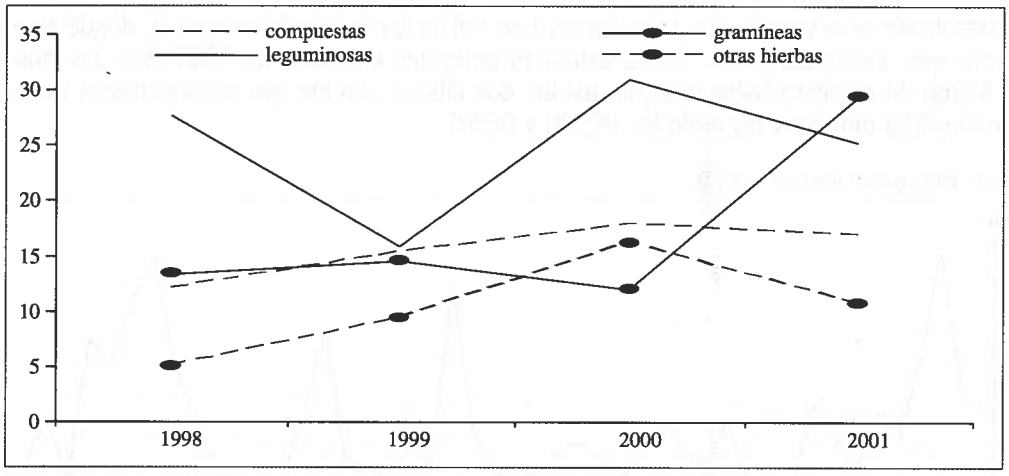


Tabla 2: Porcentaje medio de cobertura de suelo ocupado por leguminosas.

Tratamiento	97/98	98/99	99/00	00/01	media
T0		19	15	16	**17**
T1	44	21	39	27	**33**
T2	30	20	39	30	**30**
T3	8	11	43	32	**24**
T4	19	10	31	30	**23**
T5	27	19	25	23	**24**
T6	38	11	25	19	**23**

(Figura 3), distinguiéndose además, en otoño del año 2001, las distintas especies que componían el conjunto de las leguminosas (Tabla 3). El resultado de estos controles reflejó un progresivo aumento de las leguminosas hasta el año 2000, consecuencia del adecuado manejo y fertilización. En el año 2001 las leguminosas disminuyen en favor de las gramíneas, debido a que éstas se vieron favorecidas por la alta pluviometría y el enriquecimiento del suelo con el Nitrógeno aportado por las leguminosas el año anterior.

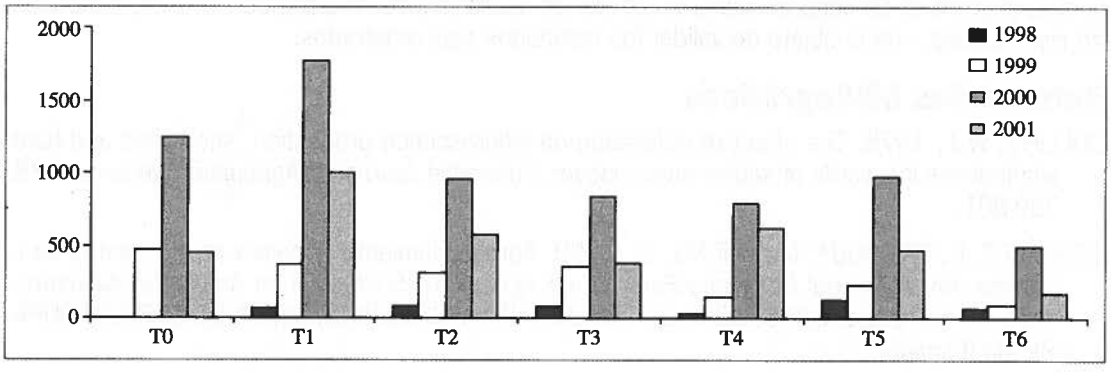
En la Figura 3 se aprecia cómo en el año 2000 el aumento de leguminosas fue espectacular, siendo el tratamiento de *Lupinus* (T6) el que presentaba el menor número de plantas (497 plantas/m^2), hecho que ya fue observado en 1999. El resto de los tratamientos presentaron cantidades en torno a las 900 pl/m^2 en el año 2000, excepto T1 (siembra en surcos) que destacaba sobre todos ellos con 1765 pl/m^2 y el testigo T0 con 1241 pl/m^2. En el año 2001, siendo menores estas cantida-

Tabla 3: Número de plantas leguminosas por metro cuadrado (otoño 2001)

Tratamiento	*Trifolium subterraneum.*	Otros tréboles	*Ornithopus sp.*	*Medicago sp.*	Total leg/m^2
T0	182	265	0	0	**447**
T1	296	656	32	16	**1000**
T2	379	183	0	16	**578**
T3	288	16	75	0	**379**
T4	432	117	72	0	**621**
T5	315	80	72	0	**467**
T6	128	16	24	0	**168**

des, T1 sigue destacando sobre el resto de los tratamientos con 1000 pl/m^2, habiendo descendido en gran medida el número de leguminosas presentes en el tratamiento testigo, a causa de la falta de fertilización y el sobrepastoreo habitual en la finca. Puede sorprender el hecho de que el tratamiento testigo presente un número de leguminosas elevado, incluso superior al de algunos tratamientos de mejora, sin embargo, tal como se refleja en la tabla 3, se debe tener en cuenta que las leguminosas del pasto natural (T0) son de baja productividad, pues abundan otros tipos de trébol, más rastreros, pequeños y de menor valor pascícola, principalmente *Trifolium suffocatum*, de ahí que la cobertura de suelo que éstas suponen sea menor que en los demás tratamientos (tabla2).

Figura 3: Número de leguminosas por metro cuadrado (conteos realizados en otoño).



La especie más productiva, el *Trifolium subterraneum*, es más abundante en los tratamientos mejorados excepto en T6, debido a que el crecimiento del *Lupinus luteus* provocó el sombreo del resto de las leguminosas durante el primer año de establecimiento, lo que, unido a la falta de pastoreo de ese mismo año, perjudicó su producción de semillas y crecimiento, disminuyendo así su potencial productivo (Rossiter, 1961; Collins, 1978).

En cuanto a la producción de materia seca reflejada en la Tabla 4, se observan enormes diferencias de producción en los distintos años. Los tratamientos T1 y T2 presentan mayores producciones que el resto, destacando en T6 el primer año debido al porte de la tremosilla, que incrementa en gran medida la producción de materia seca. En el año 2001, todos los tratamientos de siembra superan en producción al pasto natural y al pasto natural fertilizado, alcanzando producciones superiores a los 2500 kg/ha.

Tabla 4: Producción total anual del pasto (kg/ha) y media durante los cuatro años.

Tratamiento	98	99	2000	2001	media
T0	-	-	1571	1528	1549
T1	2682	515	3611	4078	2722
T2	2062	1043	4049	3679	2708
T3	1623	575	3549	3107	2213
T4	974	175	1312	2528	1247
T5	1229	376	3004	1339	1487
T6	5180	411	1645	2978	2553

Conclusiones

A pesar de conseguir mejoras notables en el pasto mediante fertilización fosfórica, las producciones se ven notablemente mejoradas mediante la siembra de leguminosas pratenses anuales. Tanto la siembra directa como la siembra tradicional ofrecen resultados similares en cuanto a producción, siendo más satisfactoria la siembra directa en surcos con posterior tapado de la semilla que

la realizada de forma también directa con sembradora sod-seeder. Las coberturas medias anuales alcanzadas por los tratamientos mencionados (T1 y T2) son 67 % y 63 % respectivamente, un 10 % mayor que el pasto natural. A pesar de presentar el pasto natural un buen número de leguminosas, éstas son de menor tamaño y más rastreras que las que aparecen en todos los pastos mejorados. Las producciones del pasto natural, así como la del pasto natural fertilizado (1500 kgMS/ha) se ven superadas considerablemente por las siembras mencionadas (2700 kgMS/ha). Los tratamientos de siembra en bandas y siembra con *Lupinus luteus* fueron, de entre todas las mejoras realizadas, las menos satisfactorias en el periodo de tiempo abarcado por este estudio.

Actualmente, las técnicas que ofrecieron mejores resultados se han incluido en un nuevo proyecto que, dejando en un segundo plano el estudio de la erosión, se ha planteado en campo con cuatro repeticiones, con el objeto de validar los resultados aquí mostrados.

Referencias bibliográficas

COLLINS, W.J., 1978. The effect of defoliation on inflorescence production, seed yield and hard-seededness in swards of subterranean clover. *Australian Journal of Agricultural Research*, **29**, 789-801.

GONZÁLEZ, F.; PANIAGUA, M.; BUENO, C., 1999. Aprovechamiento y mejora de los pastos de la Dehesa. En: *Actas del Congreso Europeo de Agricultura Sostenible en Ambientes Mediterráneos*, 177-179. Ed. CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y COMERCIO. JUNTA DE EXTREMADURA. Mérida (España).

MURILLO, M.; MORENO, V.; GONZÁLEZ, F., SCHNABEL, S., PRIETO, PM y PAREDES, J, 2000. Efecto de distintas técnicas de introducción y mejora de pastos sobre la evolución de la vegetación y erosión del suelo. *En: Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 283-288. Ed. CONSELLERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA E POLÍTICA AGROALIMENTARIA, XUNTA DE GALICIA (España).

MURILLO, M., 2002. La cubierta vegetal y la erosión del suelo bajo distintas técnicas de mejora de pastos en áreas adehesadas. E.T.S.I. Agrónomos, Tesis doctoral, Madrid (España).

ROSSITER, R.C., 1961. The influence of defoliation on the components of seed yield in swards of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). *Australian Journal of Agricultural Research*, **12**, 821-823.

EVOLUTION OF PASTURES IMPROVED BY DIFFERENT TECHNIQUES IN A DEHESA IN EXTREMADURA: COMPARATIVE ANALYSIS.

SUMMARY

Aiming the recuperation of a degraded dehesa in Extremadura (Spain), different anual pasture legumes seeding systems were practised with and without previous tillage. Vegetation evolution was studied along four years, comparing introduced pasture with the natural one and with phosphorous fertilized pasture.

Four years after direct seeding, pasture production reaches mean values of 2722 kgDM/ha, and 2708 kgDM/ha after traditional seeding, beeing these productions higher than the ones achieved in fertilized and natural pasture (1487 kgDM/ha).

All the improving methods mean an increase in legumes proportion compared to natural pasture (23 % - 33 % against 17 %), moreover, plants are better developed and palatable species are dominant in improved pasture.

Key words: soil conservation, *Trifolium subterraneum*, pasture improvement.

MANEJO GANADERO DE (*Lolium rigidum* GAUD.) EN CULTIVO ECOLÓGICO EN LOS SECANOS SEMIÁRIDOS DE LA RIBERA DEL EBRO DE NAVARRA

J.M. Mangado

I.T.G.Ganadero. Edif. El Sario, Cta. del Sadar s/nº 31006 Pamplona.
jmangado@itgganadero.com

Resumen

En este trabajo se presentan resultados sobre sistemas de producción de ovino carne en secanos semiáridos de ambiente mediterráneo en producción ecológica. Se aportan los datos de producción de la hoja de lluejo (*Lolium rigidum* GAUD.) dentro de una alternativa forrajera y se concluye que, en producción ecológica, cuatro hectáreas satisfacen las necesidades nutritivas de 25 ovejas durante 90 días (Marzo-Abril-Mayo) en un sistema de un parto/año en el mes de Abril (100 % del rebaño) ó de 32 ovejas durante el mismo período en un sistema de tres partos en dos años (Febrero-Junio-Octubre) con cada mitad del rebaño en fases productivas alternas.

Palabras clave: producción ecológica, ovino carne, racionamiento, pastoreo.

Introducción

Las explotaciones de ovino carne ligadas al aprovechamiento de subproductos de cultivos cerealistas (rastrojeras y barbechos) y de pastos arbustivos constituyen sistemas agropastorales de gran peso en la España semiárida y seca (Correal y Sotomayor, 1998).

En Navarra, las zonas de menor o más irregular pluviometría abarcan las comarcas VI y VII (Ribera del Ebro) que, con un total de unas 255.000 ha (25 % de Navarra), dedica 53.000 ha al cultivo de cereal en secano con rendimientos medios en cebada en los últimos 11 años de 1,7 t/ha y con gran dispersión según la pluviometría, 32.000 ha son de barbecho en el sistema de año/vez y 58.500 ha son de pastos arbustivos, pastizal y erial a pasto (Gobierno de Navarra, 2000).

En estas comarcas hay 167.000 ovejas de carne de raza navarra (autóctona) en 240 explotaciones, haciendo gran parte de ellas un manejo semiextensivo en base a estos recursos forrajeros y con ritmos reproductivos de tres partos en dos años (Lezaun *et al.*, 1999).

La escasez y variabilidad interanual de los recursos pascícolas dificulta la planificación de su uso y provoca, con frecuencia, el sobrepastoreo de áreas sensibles con degradación y pérdida de cubierta vegetal, daños por erosión y alteración del hábitat de una fauna diversa y característica de estos entornos, o su infrapastoreo, con efectos sobre el medio natural más graves que el primero (Ferrer y Broca, 1999).

Una salida a esta situación consiste en conjugar el aprovechamiento racional de los pastos naturales con superficie agrícola dedicada a la producción forrajera para su aprovechamiento directo por el ganado.

La indudable calidad de los productos obtenidos en este sistema (cordero lechal, ternasco) se puede refrendar y garantizar siguiendo la normativa de producción ecológica y acogiéndose a los controles de los correspondientes Organismos de control y certificación.

En el centro de referencia de sistemas de ovino carne en secano semiárido situado en Valtierra (Navarra), se viene desarrollando en los últimos años una línea de trabajo para el diseño de una rotación forrajera sobre superficies agrícolas que garantice el máximo período de oferta pascícola, y todo ello bajo las exigencias de producción ecológica según la legislación vigente en esta materia (Reglamentos Comunitarios 2092/91 y 1804/99).

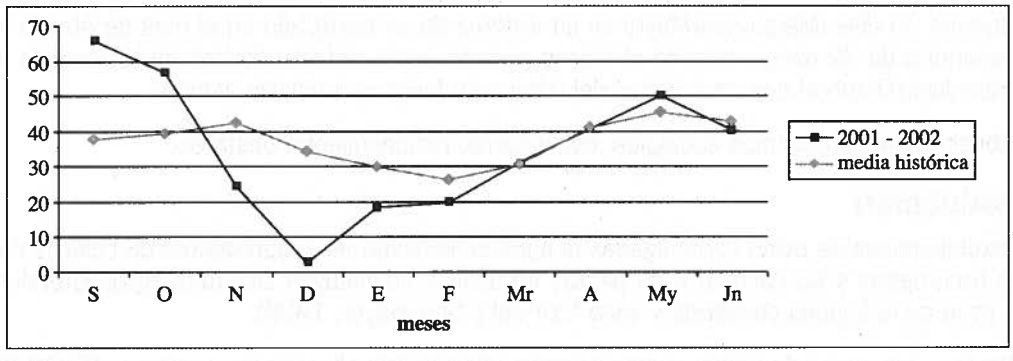
El objetivo de este trabajo es conocer la producción y secuenciación del "lluejo" (*Lolium rigidum* GAUD.) en cultivo ecológico y diseñar su manejo como oferta pascícola primaveral.

Material y métodos

La experiencia se llevó a cabo entre Septiembre de 2001 y Junio de 2002 en el Centro de referencia de sistemas de ovino carne en secano semiárido gestionado por ITG Ganadero en la localidad de Valtierra (Navarra), sobre suelos franco-arcillosos profundos, de pendiente ligera, pH 8,5, materia orgánica (M.O.) oxidable 2,35, C/N 10, P 31 mg/kg y K 240 mg/kg.

En las precipitaciones habidas a lo largo de la experiencia (figura 1) destaca la fuerte disminución respecto a la media histórica entre los meses de Noviembre y Febrero, lo que afecta a la producción y a la precocidad de la oferta pascícola a la salida del invierno.

Figura 1: Precipitación (l/m²) Valtierra.



El material vegetal utilizado fue *Lolium rigidum* de la variedad WIMERA. Esta elección se basó en resultados de experimentación propios en la misma localización y en los trabajos de Canals y Villanueva (2000), Ansón *et al.* (1997) y Delgado (1997). En ellos, comparando la variedad WIMERA de *Lolium rigidum* con poblaciones autóctonas no mejoradas de la misma especie y con *Lolium multiflorum*, se concluye la ventaja de la primera frente a las segundas en cuanto a adaptación al entorno edafoclimático, adaptación al pastoreo, producción, calidad y estacionalidad y disponibilidad de semilla.

El *Lolium rigidum* cv Wimera utilizado tiene un peso de mil granos (PMG) de 3,7 g y fue sembrado el 16/10/01 a dosis de 30 kg/ha (810 granos/m^2), siembra "a chorrillo" en líneas separadas 15 cm. La parcela elemental fue de 21x1,2 m^2 (9 líneas) dividida en tres tramos de 7 m y repetida 6 veces. No se hicieron aportaciones de abonos químicos u orgánicos.

Los controles de producción (tres por fecha de corte) se hicieron por siega de 1 metro lineal de las tres líneas centrales de cada tramo, con separación del material vegetal sembrado y el resto, marcado de la subparcela cortada y siega posterior de toda la parcela elemental.

Las fechas de control se recogen en la tabla 1.

Tabla 1: Secuencia de fechas de corte.

tratamiento	1	2	3	4	5	6
corte	18/03	5/04	17/04	3/05	17/05	3/06
rebrote	17/05	17/05	3/06	3/06	–	–

En cada corte se controló el estado fenológico de las plantas, altura, nº de hojas y número de hijuelos, se pesó en verde y se envió una muestra al Laboratorio Agrario de Navarra para la analítica de los parámetros materia seca (MS), cenizas (MM), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente modificada (FADM), fósforo (P) y calcio (Ca).

Para estimar el aprovechamiento pascícola se ha seguido la metodología propuesta por INRA (1990), tomando el valor energético (UFC) y el valor lastre (ULO) de la oferta de *Lolium rigidum* en cada aprovechamiento como el más aproximado descrito para *Lolium perenne* según el resto de parámetros de calidad.

La capacidad de ingestión y necesidades energéticas son los de animales de 60 kg p.v. en los dos sistemas de manejo reproductivo habituales en la zona, tres partos/dos años (II/VI/X) y un parto/año (IV). Se ha aplicando un coeficiente de mayoración de las necesidades energéticas de un 25 % por efecto de los desplazamientos en pastoreo y una eficiencia de ingestión de la oferta de 90 %.

Resultados y discusión

Producción vegetal

Las características morfológicas y fenológicas en cada corte se resumen en la tabla 2.

Tabla 2: Características fenológicas.

corte	Fecha	Altura (cm)	Hojas (nº)	Hijuelos (nº)	Estado	Encañado
1º	18/03	20–25	4		vegetativo	no
rebrote	17/05	25			vegetativo	no
2º	5/04	25–30	4–5	8	vegetativo	hasta 3ª hoja
rebrote	17/05	20			vegetativo	no
3º	17/04	25–30	5	5–6	vegetativo	hasta 4ª hoja
rebrote	3/06	18			espigado	si
4º	3/05	25–30	5 (2 secas)	7–9	vegetativo	hasta 4ª-5ª hoja
rebrote	3/06	18–20			espigado	si
5º	17/05	30	5–7 (2–3 secas)	7–9	inicio espigado	si
6º	3/06	30–32	6–7 (3 secas)	6–8	espigado	si

Las producciones y calidades en cada corte se recogen en las tablas 3 y 4.

Delgado y Andrés (1996) describen para la misma variedad y entorno en la campaña 93/94 alturas de planta similares a las obtenidas en este trabajo, y muy superiores en la campaña 94/95. Así mismo describen fechas de encañado y espigado anteriores en un mes a las de este trabajo. Canals y Villanueva (2000) observaron para la misma variedad y localidad que las fechas de inicio de espigado y espigado fueron 10-15 dias más tempranas que las observadas en este trabajo. Las producciones obtenidas suponen el 50-60 % de las obtenidas por varios autores para la misma variedad y entorno climático pero, siempre, con utilización de abonados químicos de fondo y nitrogenado en cobertera. Unicamente Ansón *et al.* (1998) describen producciones muy próximas para la misma variedad, en secano cerealista, y con aportaciones de 150 kg/ha del complejo 15-15-15 y 30 kg/ha de nitrógeno en cobertera.

Tabla 3: Producción y calidad de los cortes secuenciados (medias y desviación estándar).

Fecha corte	Producción (kg MS/ha)	Materia seca (%)	Materia mineral (% sMS)	Proteína bruta (% sMS)	Fibra bruta (% sMS)	Fibra neutro detergente (% sMS)
18/03	529,8±58,2	19,47±0,72	10,64±0,31	20,83±0,75	13,51±1,65	42,89±0,54
5/04	570,4±36,5	22,8±1,98	9,31±0,87	15,95±1,02	14,22±0,34	39,38±0,69
17/04	963,6±57,6	25,45±0,33	7,48±1,02	14,08±0,91	14,06±0,04	38,92±0,41
3/05	970,7±197,2	45,85±1,57	7,44±0,35	12,6±1,17	17,71±0,73	45,07±2,71
17/05	1002±134,2	36,65±0,67	8,37±0,25	12,05±0,59	20,8±0,23	47,17±1,65
3/06	1420,7±182,7	40,15±1,04	7,69±0,65	11,62±1,53	24,31±0,99	53,8±1,00

Tabla 4: Producción y calidad de los rebrotes (medias y desviación estándar).

Fecha corte	Días de rebrote	Producción (kg MS/ha)	Materia seca (%)	Materia mineral (% sMS)	Proteína bruta (% sMS)	Fibra bruta (% sMS)	Fibra neutro detergente (% sMS)
17/05	60	522,4±42,4	28,93±1,55	8,18±0,36	10,88±0,26	19,99±0,39	45,97±1,97
17/05	42	383,1±29,9	25,4±0,73	9,39±0,59	12,84±1,15	18,88±0,52	44,03±1,25
3/06	47	573,1±63,9	33,3±1,61	9,07±0,98	14,39±1,41	22,74±1,59	50,91±2,49
3/06	31	427,6±30,6	30,36±1,64	12,22±1,65	17,34±1,98	19,17±0,56	48,08±0,42

Destaca el alto contenido en proteína bruta no solo en la fase vegetativa sino también en la fase reproductiva y en los rebrotes, acorde con los resultados obtenidos en trabajos ya citados y que nos lleva a concluir que el aporte proteico no será un factor limitante en el racionamiento de los animales alimentados en base a este pasto.

Manejo ganadero

L. rigidum es una gramínea espontánea anual, adaptada a las condiciones edafoclimáticas de los secanos cerealistas y una alta capacidad de autoresiembra, por lo que constituye una mala hierba, de difícil erradicación, en los cultivos de cereal.

En el planteamiento de la línea de investigación a la que pertenece este trabajo se contempla el cultivo de *L. rigidum* como una hoja dentro de una alternativa que incluye el cultivo de cereal sin uso de biocidas (ecológico), por lo que en su manejo evitaremos que alcance la fase reproductiva para impedir la renovación del banco de semillas del suelo.

Para conseguirlo se divide la hoja de cultivo en cuatro subparcelas, llevándose una rotación de pastoreo entre ellas durante los meses de Marzo y Abril. En el mes de Mayo se pasta sobre los rebrotes vegetativos de las cuatro subparcelas agrupadas de dos en dos.

La tipificación de la oferta pascícola se hace según lo descrito en el apartado de Material y Métodos. Los datos de oferta de los rebrotes se obtienen sumando las producciones y ponderando UFC y ULO según contenido y aporte de cada uno de ellos.

De acuerdo con ello la oferta eficaz de pasto se recoge en la tabla 5.

Las necesidades energéticas y de ingestión, calculadas según la descripción realizada en el apartado Material y Métodos, se recogen en tabla 6.

Tabla 5: Oferta eficaz de pasto de *Lolium rigidum*.

Aprovechamiento	Producción (kg MS/ha)	Concentración energética (UFC/kg MS)	Producción energética (UFC/ha)	Unidades lastre (ULO)
½ Marzo	477	0,96	458	0,89
fin Marzo	513	0,92	472	0,95
½ Abril	867	0,9	780	1,0
fin Abril	874	0,85	743	1,1
½ Mayo	816	0,88	718	1,14
fin Mayo	901	0,87	784	1,11

Tabla 6: Necesidades diarias de ovino 60 kg p.v. en pastoreo.

	1 parto/año		3 partos / 2 años	
Aprovechamiento	Energia (UFC)	Ingestión (ULO)	Energia (UFC)	Ingestión (ULO)
½ Marzo	1,0	1,3	1,53	1,7
fin Marzo	1,25	1,3	0,87	1,7
½ Abril	1,37	1,3	1,0	1,7
fin Abril	2,19	1,4	1,06	1,5
½ Mayo	2,19	1,4	1,19	1,5
fin Mayo	2,19	1,7	1,25	1,5

De acuerdo con lo anterior, las raciones obtenidas para cada criterio, en cada sistema y en cada aprovechamiento son (tabla 7):

Tabla 7: Raciones obtenidas por hectárea.

	1 parto/año		3 partos / 2 años	
Aprovechamiento	Criterio energia	Criterio ingestión	Criterio energia	Criterio ingestión
½ Marzo	458	326 (1)	299	250 (1)
fin Marzo	378	375 (1,15)	540	287 (1,15)
½ Abril	568 (1,74)	667	781	510 (2,05)
fin Abril	339 (1,04)	686	699	641 (2,57)
½ Mayo	328 (1)	664	604 (2,42)	620
fin Mayo	358 (1,1)	588	627 (2,51)	666

Se ha subrayado la opción más desfavorable en cada sistema, siendo este el criterio de máximos a considerar en la planificación del pastoreo. Entre paréntesis y destacado se indican las proporciones relativas de las raciones máximas para cada sistema y en cada período. Considerando que los rebaños son estables en número de cabezas lo que debe variar es el período de estancia en cada subparcela para conseguir el número máximo de raciones.

Llamando D al número básico de dias de estancia en cada subparcela, la ocupación y tamaño de rebaño para cada uno de los sistemas reproductivos será:

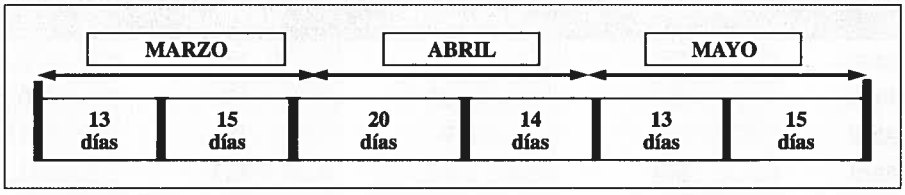
- 1 parto/año

D*(1+1,15+1,74+1,04+1+1,1) = 90 dias <> D = 90/7,03 = 13 dias (aprox.)

326 rac.*ha^{-1}/13 dias*ha^{-1} = 25 rac./dia (<> **rebaño de 25 ovejas**)

El manejo se representa esquemáticamente en la figura 2.

Figura 2: Períodos de estancia por hectárea de un rebaño de 25 ovejas en sistema reproductivo de 1 parto/año.



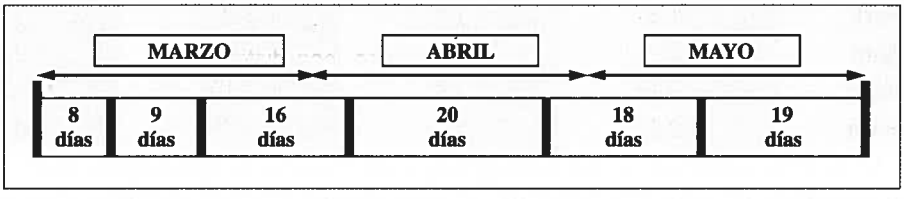
• 3 part./2 años

D*(1+1,15+2,05+2,57+2,42+2,51) = 90 dias <> D = 90/11,7=7,7 dias

250 rac.* ha^{-1}/7,7 dias*ha^{-1} = 32 rac./dia (<> **rebaño de 32 ovejas**)

El manejo se representa esquemáticamente en la figura 3.

Figura 3: Períodos de estancia por hectárea de un rebaño de 32 ovejas en sistema reproductivo de 3 partos en 2 años.



Ambos planteamientos son dependientes de la climatologia y pueden variar en función de la pluviometría previa y la habida durante el período de manejo.

Se debe extremar la vigilancia de los animales en período de final de gestación en las situaciones en las que el factor limitante es el aporte energético del pasto, debiendose suplementar con un concentrado energético (cebada) ante sospechas de toxemias de gestación.

Conclusiones

Las producciones del lluejo (*Lolium rigidum*) manejado según criterios de producción ecológica en los secanos cerealistas del Valle del Ebro alcanzan un 50-60 % de las obtenidas con un manejo convencional.

Como hoja integrante de una alternativa forrajera en producción ecológica, cuatro hectáreas de cultivo de *Lolium rigidum* satisfacen las necesidades nutritivas de 25 ovejas durante 90 dias (Marzo-Abril-Mayo) en un sistema de un parto/año en el mes de Abril (100 % del rebaño) ó de 32 ovejas durante el mismo período en un sistema de 3 partos en 2 años (Febrero-Junio-Octubre) con cada mitad del rebaño en fases productivas alternas.

La oferta pascícola mejorará en cantidad y precocidad si durante el invierno el régimen de lluvias se acerca a las medias históricas.

Referencias bibliográficas

ANSON, S.; DELGADO, I.; MUÑOZ, F., 1997. Evaluación de la productividad de *Lolium rigidum* GAUD. *Pastos*, XXVII **(2)**, 165-176.

ANSON, S.; DELGADO, I.; MUÑOZ, F., 1998. Valoración forrajera de las poblaciones de *Lolium rigidum* GAUD. Del Valle del Ebro. Actas de la XXXVIII *Reunión Científica de la SEEP* 185-188. Soria.

CANALS, R.; VILLANUEVA, E., 2000. Ensayos de especies pratenses para los secanos áridos y semiáridos del sur de Navarra: dinámica productiva, calidad y ritmos de aprovechamiento. Universidad Pública de Navarra, 32 pp. Pamplona (España).

CORREAL, E.; SOTOMAYOR, J., 1998. Sistemas ovino-cereal y su repercusión sobre el medio natural. *Pastos*, XXVIII **(2)**, 137-179.

DELGADO, I.; ANDRES, C., 1996. Evaluación de la aptitud forrajera de *Lolium rigidum* GAUD. Actas de la XXXVI *Reunión Científica de la SEEP* 183-187. La Rioja.

DELGADO, I., 1997. Evaluación de medicagos anuales y de su asociación con *Lolium rigidum*. Actas de la XXXVII *Reunión Científica de la SEEP* 205-213. Sevilla-Huelva.

FERRER, C.; BROCA, A., 1999. El binomio agricultura-ganaderia en los ecosistemas mediterráneos. Pastoreo frente a "desierto verde". Actas de la XXXIX *Reunión Científica de la SEEP* 335-339. Almeria.

GOBIERNO DE NAVARRA, 2000. Manual de estadística agraria. Navarra y comarcas. Serie agraria 76, 327 pp. Pamplona (España).

INRA, 1990. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Ed. Mundi-Prensa, 432 pp. Madrid (España).

LEZAUN, J.; IRAÑETA, I.; LAFARGA, A.; SAYES, J.; OCHOA, J.; ASTRAIN, C., 1999. Secanos semiáridos de Navarra. Recursos agrícolas, ganaderos y medioambientales. ¿Cómo compatibilizarlos?. *Navarra Agraria*, **114**, 12-26.

GRAZING OF (*Lolium rigidum* GAUD.) IN ORGANIC CROP IN DRY AREAS OF NAVARRA (RIBERA DEL EBRO)

SUMMARY

The aim of this work is to advance in the knowledge on the use of *Lolium rigidum* GAUD. pasture in organic sheep nutrition. The experience has been developped in an experimental farm located in Valtierra (Navarra). It´s a dry region with mediterranean influence.

In order to the forage production of *Lolium rigidum* GAUD. (organic management) has been observed that in a reproductive management of one birth per year (in april), four hectares of this crop supply the nutritional requirements of 25 sheeps during 90 days (march to may). If the reproductive management is the three births in two years (February, June and October), the nutritional supply of this pasture is enough to satisfy the requeriments of 32 sheeps during the same period.

Key words: organic production, sheep, animal nutrition, pasture.

ASOCIACIONES CEREAL-LEGUMINOSA EN ROTACIONES FORRAJERAS ECOLÓGICAS DE ZONAS HÚMEDAS

N. Pedrol y A. Martínez

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Medio Rural y Pesca. 33820. Grado. Asturias (España). npedrol@serida.org

Resumen

En el contexto de la producción de forrajes en Agricultura Ecológica, y dentro de una programación de rotaciones de cultivos con maíz, se evaluaron como cultivos de partida dos asociaciones de cereal-leguminosa: avena-veza y triticale-haboncillo, en función de sus producciones y componentes de la misma. El análisis y discusión de los resultados avalan la competitividad y la adecuación agronómica de este tipo de asociaciones para rotaciones ecológicas forrajeras en zonas húmedas, con producciones incluso superiores a las referidas en agricultura convencional bajo condiciones ambientales similares. La asociación triticale-haboncillo fue significativamente más productiva que la avena-veza, debido a su alto contenido en leguminosa indicativo de una mejor calidad forrajera; se discute el éxito de la asociación en función de la habilidad competitiva del haboncillo. Los caracteres de crecimiento del triticale y del haboncillo le confieren a la asociación un menor riesgo de encamado en comparación con la mezcla avena-veza.

Palabras clave: Agricultura Ecológica, avena-veza, triticale-haboncillo, habilidad competitiva.

Introducción

Ante la pérdida de renta alarmante por la actividad agrícola y ganadera industrial, con el consiguiente abandono progresivo del campo, la Agricultura Ecológica (AE) se muestra como una herramienta estratégica y eficiente que contribuya a paliar esta crisis, y una oportunidad para recuperar una parte importante del sector, como ha sido reconocido por la UE en sus propuestas de correcciones de la PAC tras la Declaración de Copenhague (Conferencia Europea "Agricultura y alimentación ecológicos. Hacia una cooperación y acción en Europa", Copenhague, Dinamarca, 2001). Como ejemplo de zonas húmedas y como contexto de este trabajo, en Asturias existen actualmente un total de 314 ha registradas en AE (tan sólo un 1 % de la SAU, la menor superficie registrada por comunidades autónomas), de las cuales 266 están dedicadas a la producción ecológica de pastos y forrajes. La reconversión de granjas convencionales y el nacimiento de nuevas de explotaciones ganaderas para la producción de carne y leche ecológicas ha seguido en los últimos 10 años una tendencia ascendente sostenida (Gonzálvez, 2002; MAPA, 2002). Siguiendo los principios de la AE, las explotaciones deben dirigirse progresivamente a un mayor autoabastecimiento y, por supuesto, a la diversificación del cultivo forrajero, al uso creciente de variedades locales, y a la introducción de nuevos elementos en las rotaciones. En este sentido, las asociaciones de cultivos son susceptibles de producir mejores cosechas que los monocultivos; además, la incorporación de leguminosas en las rotaciones ecológicas es de vital importancia, puesto que serán fuente de nitrógeno natural frente al nitrógeno de síntesis utilizado en Agricultura Convencional (AC). Con el maíz forrajero como núcleo productivo de la rotación, las asociaciones de cere-

al-leguminosa para forraje invernal son muy prometedoras, y presentan la ventaja frente al más utilizado raigrás italiano de tipo alternativo de dar un buen rendimiento en un solo corte, con la ventaja para el ganadero de evitarse el corte de principio de primavera, abaratando a su vez los costes de producción (Suárez *et al.*, 2002). Aunque el potencial forrajero y la adecuación a zonas húmedas de estas asociaciones están siendo estudiadas en el marco de la AC (Castro y Piñeiro, 1998; Mangado y Ameztoy, 2000; Martínez *et al.*, 2002), hasta el momento se realizan pocas investigaciones al respecto en el marco de la AE (p.ej., Suárez *et al.*, 2002).

Dentro del proyecto "Rotaciones forrajeras convencionales y ecológicas en la España húmeda" (INIA RTA01-144-C5-2) el trabajo tiene como objetivo global estudiar en distintas asociaciones de cultivos en rotación ecológica, la evolución de las producciones y sus componentes, así como los efectos progresivos de las prácticas ecológicas sobre la fertilidad del suelo. Se pretende aquí ofrecer una valoración preliminar del comportamiento agronómico de asociaciones de cereal-leguminosa y de su adecuación para la producción de forrajes ecológicos en zonas húmedas.

Material y métodos

Se estudiaron dos asociaciones de cereal-leguminosa como cultivos iniciales de dos rotaciones con maíz (una larga, y otra media) para la producción ecológica de forrajes, programadas según se indica en la Tabla 1.

Tabla 1: Asociaciones de cereal-leguminosa programadas dentro de dos rotaciones de cultivo para la obtención de forrajes ecológicos.

ROTACIÓN 1			ROTACIÓN 2		
Cultivo	Dosis/Siembra	Fecha/Siembra	Cultivo	Dosis/Siembra	Fecha/Siembra
Avena+veza	(3:2) 265 gr/m^2	Octubre 2001	triticale+haboncillo	(6:1) 195 gr/m^2	Octubre 2001
r.italiano+t.violeta	(5:4) 45 kg/ha	Mayo 2002	r.inglés+t.blanco[1]	(6:1) 40 kg/ha	Octubre 2001
maiz	–	*Mayo 2003*	*maiz*	–	*Mayo 2004*
triticale+haboncillo	–	*Octubre 2003*	*nueva rotación*		
maiz	–	*2004*			
nueva rotación					

[1] En sotosiembra. En negrita, descripción de las asociaciones cereal-leguminosa cuyos resultados se presentan. En letra normal, elementos de las rotaciones cultivados hasta la fecha. En cursiva, cultivos de continuación programados a partir de la fecha actual. (gr=gramos).

El ensayo se planteó sobre una parcela con tres años de historial como pradera de multiespecie sin intervención convencional, con suelo de tipo franco-arcilloso (Llanera, Asturias centro-interior, 46º 26'N - 5º 50'W, altitud: 100 m). La finca pertenece a una explotación de vacuno de carne ecológica calificada en el Registro de Explotaciones en AE (agosto de 2002) como "Año Cero" (Nº Reg. 50/F). Previo análisis del suelo de partida (pH en agua: 6,15; MO:3,33 %; N total: 0,23 %; P Olsen: 24,28 ppm; K: 63 ppm; Ca y Mg: 5,94 y 0,83 meq/100g), se procedió al laboreo de la parcela y al aporte de las enmiendas externas requeridas en esta fase de reconversión para asegurar una nutrición completa de la planta, hasta que las sucesivas prácticas ecológicas y la introducción de leguminosas permitan una fertilización natural equilibrada y estable. Los fertilizantes aquí utilizados se ajustan al Anexo II del Reglamento (CEE) 2092/91 sobre AE y a sus modificaciones (CEE) 1488/97. Tras el laboreo superficial del terreno con cultivador (tres pases cruzados), se aplicaron 1500 kg/ha de dolomita molida y calcinada (CaO: 57 %, MgO: 32 %) que se incorporó al suelo con sendos pases superficiales de arado y rotovator. Se aportaron además 700 kg/ha de abono orgánico de origen natural "Phenix" (Agro-Nutrientes Esp S.L.; M.O.: 56 %, ác. húmicos y fúlvicos: 2 y 7 %; N - total: 6 %, P_2O_5: 8 %, K_2O: 15 %, MgO: 2 %, CaO: 4 %), con un pase final ligero de rotovator.

Se siguió un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones por rotación, siendo la parcela elemental de 10 m x 30 m. En la rotación 1 se ensayó una asociación avena-veza (*Avena*

sativa L. cv 'Prevision' + *Vicia sativa* L. cv 'Acisrelia'), y en la rotación 2 una asociación triticale-haboncillo (x *Triticosecale* Wittm. cv 'Senatrit' + *Vicia faba* L. cv 'Rutabon'), sembradas a voleo el 30/10/2001 a las dosis indicadas en la Tabla 1, y enterrando la semilla mediante un pase somero de rotovator. En la rotación 2 se sembró además una combinación de pratenses raigrás inglés-trébol blanco (*Lolium perenne* L. cv 'Tove' + *Trifolium repens* L. cv 'Huia') también a voleo y a las dosis indicadas, de modo que al cortar la mezcla de triticale-haboncillo ésta quedase ya implantada (sotosiembra). Tras la siembra de pratenses se realizó un pase final de rulo compactador. El 30 de abril de 2002 se aprovecharon las parcelas de ambas asociaciones de cereal-leguminosa y se realizaron los controles de producción. Se determinó la producción en verde mediante pesada del forraje cortado con motosegadora en una franja central de 1,4 m x 27,2 m, dejando zonas de bordura en las cabeceras y laterales de la zona controlada. En la fase de establecimiento (dos meses tras la siembra) se realizaron conteos mediante lanzamiento al azar de 40 cuadrados de 15 cm x 15 cm por parcela, y se midieron en el campo las alturas desde el suelo a la base de la última hoja en 20 plantas escogidas al azar de cada especie y parcela, cuatro meses después de la siembra y previamente al corte. Del forraje obtenido de cada parcela elemental se tomaron dos alícuotas: una para determinar el contenido en materia seca en estufa de aire forzado a 60 ºC durante 18 h, y otra para realizar la separación botánica de sus componentes. Los datos obtenidos se compararon entre asociaciones mediante test - T para muestras independientes, utilizando el paquete estadístico SPSS 7.5 para Windows (SPSS Inc. 1996). Finalmente, todas las muestras obtenidas, una vez secas y molturadas se analizarán en laboratorio por tecnología NIR para determinar su valor nutricional (actualmente en curso). Los controles se completaron con el análisis físico-químico completo de muestras de suelo extraídas después del aprovechamiento de las parcelas.

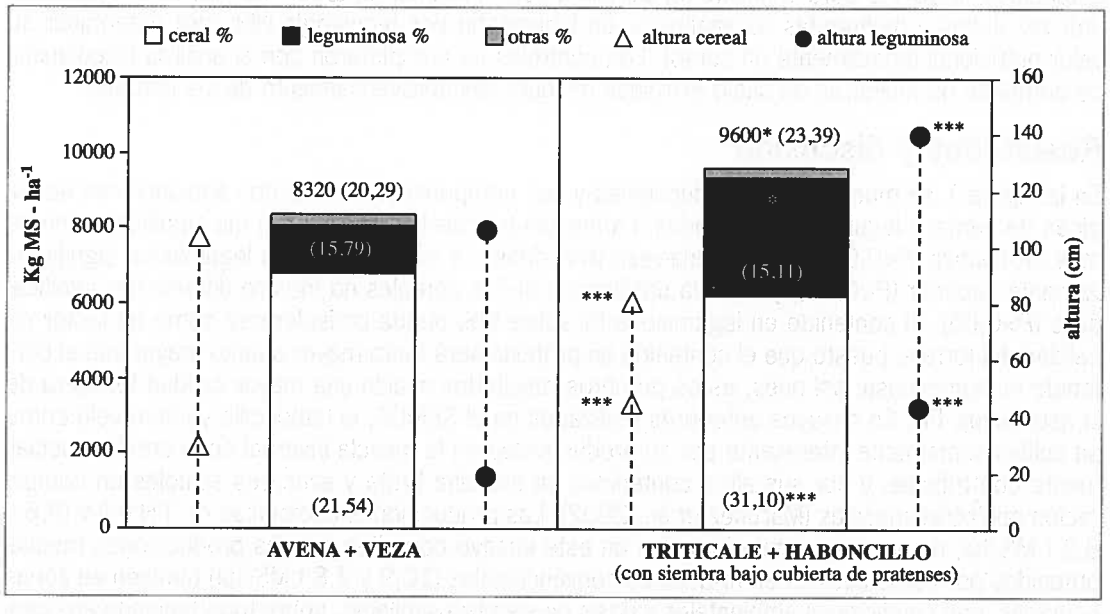
Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestran las producciones y sus componentes en las dos asociaciones ecológicas de cereal y leguminosa evaluadas. La mezcla triticale-haboncillo (T-H) fue significativamente más productiva ($P<0,05$) que la avena-veza (A-V) debido a su contenido en leguminosa significativamente superior ($P<0,05$), ya que la producción de los cereales no mostró diferencias significativas ($P>0,05$). El contenido en leguminosa (% sobre MS) puede considerarse como un factor de calidad del forraje, puesto que el contenido en proteína será tanto mayor cuanto mayor sea el contenido en leguminosa; así pues, estos primeros resultados avalan una mayor calidad forrajera de la asociación T-H. En ensayos anteriores realizados en el SERIDA, el haboncillo ya se reveló como un cultivo sumamente interesante por su productividad en la mezcla invernal con cereal, especialmente con triticale, y por sus altos contenidos en proteína bruta y azúcares solubles en comparación con otras mezclas (Martínez *et al.*, 2002). Las producciones ecológicas de T-H y A-V (9,6 y 8,3 t MS/ha, respectivamente) obtenidas en este ensayo compiten con las producciones medias obtenidas por estos autores en rotaciones convencionales (10,9 y 7,8 t MS/ha) también en zonas húmedas, con condiciones ambientales y dosis de siembra similares, sobre todo teniendo en cuenta que la finca ensayada está todavía en periodo de reconversión.

En cuanto a las alturas medidas en el campo, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P<0,001$) tanto a los cuatro meses de la siembra como antes del corte (Fig.1). Cabe destacar que el crecimiento temprano del triticale fue mayor que el de la avena, ofreciendo de este modo tanto un mejor soporte inicial como un mayor estímulo de elongación para la leguminosa, que compite por la luz con el cereal. Los conteos de ambos componentes por parcelas revelaron proporciones de establecimiento de cereal y leguminosa similares en ambas asociaciones (A-V, 71:29; T-H, 70:30), sin diferencias significativas entre ellas ($P>0,05$; test T). La diferencia notable con respecto a las proporciones de siembra en T-H (de 6:1 a 7:3) se atribuye a la ventaja competitiva del haboncillo en la mezcla, mientras que en A-V la variación fue mínima y en favor del cereal (de 3:2 a 7:3). Otros trabajos en AC realizados en el SERIDA apuntaron evoluciones similares de las proporciones de cereal y leguminosa en estas mezclas, comparados con monocultivos sembrados a las mismas dosis que conservaron su densidad inicial (datos no publicados). Investiga-

ciones recientes defienden que la respuesta competitiva de la leguminosa inducida por la presencia del cereal conlleva la ventaja añadida de aumentar sus niveles de fijación simbiótica de nitrógeno. Por otro lado, la avena alcanzó mayor altura final, siendo éste un carácter indeseable dado el alto riesgo de encamado en zonas húmedas. Aunque en nuestro ensayo no se observó encamado, otros autores apuntan que la mezcla A-V no da buenos resultados a este respecto (Castro *et al.*, 2000). Ensayos más recientes en Galicia consideran al triticale como mejor tutor de leguminosas y más resistente al encamado que la avena (Suárez *et al.*, 2002), tanto por su menor altura como por su crecimiento más moderado, que permite un mejor desarrollo de la leguminosa. Debido a su mayor precocidad de espigado, el alto porcentaje en materia seca del triticale (31,10) frente a la avena (21,54) en el momento de la cosecha, con diferencias altamente significativas ($P<0,001$), es sin duda uno de los factores que le confieren mayor resistencia al encamado. En el caso de la leguminosa, aunque el haboncillo alcanzase una altura final considerablemente mayor que la veza, el riesgo de encamado es mínimo, dado que se trata de una leguminosa más resistente, erecta y robusta.

Figura 1: Producciones y sus componentes en dos asociaciones de cereal y leguminosa en rotaciones forrajeras ecológicas. En negrita sobre las barras apiladas, totales de producción. Entre paréntesis, contenido en materia seca (%) de cada componente y total. Se representan las alturas medidas en dos fechas: 4 meses tras la siembra (icono inferior), y antes del aprovechamiento (icono superior). Para cada variable y fecha, los asteriscos indican diferencias significativas entre asociaciones: *P<0,05; ***P<0,001 (test T).



Con respecto a la flora adventicia el porcentaje de otras especies distintas al cereal y a la leguminosa sembradas ("otras %", Fig. 1) fue mínimo e indistinguible en ambas asociaciones, si bien debe destacarse que en la mezcla T-H buena parte de la fracción "otras" correspondió a plántulas de raigrás inglés y trébol blanco nacidas bajo cubierta, dando idea de la buena implantación de la mezcla de pratenses en sotosiembra. Muchos trabajos avalan que los cultivos multiespecíficos son más competitivos frente a las malas hierbas; en el caso de la sotosiembra, la presencia de un banco de semillas y plántulas cultivadas bajo el cultivo principal puede actuar como un cultivo de supresión, controlando eficientemente las malas hierbas pero compitiendo mínimamente con el cultivo (Sheaffer *et al.*, 2002).

Finalmente, los resultados de los análisis de las muestras de suelo (datos no mostrados) no revelaron cambios físico-químicos significativos antes y después del cultivo, y tampoco entre las dos asociaciones de cereal-leguminosa ensayadas. Cabe destacar un ligero descenso general de la relación C/N (de 8,4 a 7,8) indicativa de cierta mejoría en la mineralización del nitrógeno, así como

incrementos discretos en los contenidos de calcio y potasio (de 5,9 a 6,9 meq/100g, y de 63 a 72 ppm; respectivamente) tras las enmiendas y el cultivo. Dado que se trata del primer año de rotaciones en la fase inicial de reconversión a ecológico, todavía es pronto para hablar de cambios sustanciales en la fertilidad del suelo.

Nuestros resultados apuntan que aunque la recuperación de cultivos clásicos como la avena es una alternativa coherente con los principios de AE, no hay que limitarse a las asociaciones de cereal y leguminosa preconizadas tradicionalmente para su uso en rotaciones forrajeras ecológicas, sino que son posibles muchas otras asociaciones que deberán ensayarse en cada caso y que, como la mezcla triticale-haboncillo, pueden ser muy ventajosas desde el punto de vista agronómico y ecofisiológico.

Conclusiones

Las asociaciones de cereal-leguminosa clásicas como la mezcla avena-veza y otras más innovadoras como triticale-haboncillo son prometedoras y agronómicamente adecuadas para su introducción en rotaciones ecológicas forrajeras en zonas húmedas.

Las producciones de triticale-haboncillo y avena-veza obtenidas en el primer año de rotaciones forrajeras ecológicas fueron similares e incluso superiores a las referidas en agricultura convencional bajo condiciones ambientales comparables.

La asociación triticale-haboncillo fue significativamente más productiva que la avena-veza debido a la mayor contribución de la leguminosa, indicativo de una mejor calidad forrajera. El éxito de la asociación se debe probablemente a la mayor habilidad competitiva del haboncillo.

Los caracteres de crecimiento del triticale y del haboncillo le confieren a la asociación un menor riesgo de encamado en comparación con la mezcla avena-veza.

Referencias bibliográficas

CASTRO, M.P.; PIÑEIRO, J., 1998. Efecto del tipo de aprovechamiento y abonado nitrogenado de la mezcla avena (*Avena sativa* L.) y veza (*Vicia sativa* L.) en la producción, composición botánica y valor nutritivo de la asociación. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 178-180.

CASTRO, M.P.; PIÑEIRO, J.; SAU, F., 2000. Los problemas de la asociación veza-avena. *Agricultura*, **814**, 302-305.

GONZÁLVEZ, V., 2002. *Organic Farming in Spain 2002*. [Online]. http://www.organic-europe.net/country_reports/spain/default.asp

MAPA, 2002. Organic Farming. En: *The Spanish Agrofood Sector and Rural Environment: Facts and Figures* 6ª Ed., 74-77. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. Madrid (España).

MANGADO, J.M.; AMEZTOY, J.M., 2000. Alternativas forrajeras intensivas en la Navarra Húmeda. Análisis económico. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes y XL Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 755-761.

MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A.; DE LA ROZA, B.; MARTÍNEZ, A., 2002. Mezcla cereal-leguminosa como forraje invernal en zonas húmedas. *Actas de la XLII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 315-320.

SHEAFFER, C.C.; GUNSOLUS, J.L.; GRIMSBO, J.; LEE, S.H., 2002. Annual medicago as a smother crop in soybean. *Journal of Agronomy and Crop Science*, **188**, 408-416.

SUAREZ, R.; DIAZ, N.; PINEIRO, J.; SANTOALLA, C., 2002. Avena, centeno y triticale como tutores de guisante y veza en rotaciones forrajeras ecológicas. *Actas del V Congreso de la SEAE, I Congreso Iberoamericano de Agroecología*, 701-710.

MIXED CROPPING OF CEREALS AND LEGUMES IN ORGANIC FORAGE CROP ROTATIONS FROM ATLANTIC ZONES.

SUMMARY

In the context of forage production in Organic Farming, two cereal-legume mixed crops (oat-vetch and triticale-field bean) were evaluated as starter crops in a schedule of crop rotations with maize, regarding their productions and components. From the analysis and discussion of our results, these mixed crops may be considered agronomically adequate and competitive for organic forage crop rotation in Atlantic zones, showing even better productions than others reported under conventional tillage and similar environmental conditions. The mixed crop triticale-field bean was significantly more productive than oat-vetch due to a higher legume content, which implies a better forage quality; the success of this mixed crop is discussed on the basis of the competitive ability of field bean. The growth characters of triticale and field bean determine a low lodging risk if compared with oat-vetch mixed crop.

Key words: Organic farming, oat-vetch, triticale-field bean, competitive ability.

MEZCLAS DE PRATENSES Y PRIMEROS RESULTADOS DE ROTACIONES FORRAJERAS ECOLÓGICAS EN ZONAS HÚMEDAS

N. Pedrol y A. Martínez

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Medio Rural y Pesca. 33820. Grado. Asturias (España). npedrol@serida.org

Resumen

Dentro de una programación de rotaciones forrajeras ecológicas, se evaluaron dos mezclas de pratenses: raigrás italiano-trébol violeta y r. inglés-t. blanco, ensayadas como cultivos de continuación de asociaciones invernales de cereal-leguminosa, con distintos métodos de siembra. Se encontraron diferencias significativas de productividad y sus componentes entre mezclas, y sus dinámicas de crecimiento fueron distintas. Los totales de producción de las dos rotaciones forrajeras ecológicas ensayadas, demuestran el éxito de la implantación de mezclas de pratenses bajo cubierta de una asociación cereal-leguminosa adecuada. La rotación encabezada por triticale-haboncillo con r. inglés-t. blanco en sotosiembra produjo 6 t MS/ha más que la rotación simple avena-veza seguida de r. italiano-t. violeta.

Palabras clave: Agricultura Ecológica, sotosiembra, *Lolium multiflorum*, *L. perenne*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, dinámica de crecimiento.

Introducción

La producción ecológica de carne y leche y el desarrollo de una industria agroalimentaria asociada ofrece condiciones y perspectivas favorables en zonas húmedas (García, 2002; Barbeyto *et al.*, 2002), no sólo como una solución técnica, sino como una parte de la dinámica económico-social. Aunque será un proceso lento en sus inicios, la formación de los propios agricultores y de técnicos especializados, el énfasis en investigación y experimentación en Agricultura Ecológica, pueden convertir la producción ecológica en una opción factible y rentable para los ganaderos de la Cornisa Cantábrica (Porcuna y Gonzálvez, 2002). Para ello, la investigación en forrajes ecológicos debe encaminarse hacia nuevas formas de producción, que aseguren el autoabastecimiento en nutrientes para el ganado, y que minimicen en lo posible la inversión económica y el tiempo de dedicación del ganadero a la explotación forrajera.

El agroecosistema será tanto más estable cuanta más diversidad de cultivos acoja, y su productividad aumentará en la medida que especies distintas utilicen más eficiente y completamente todos los recursos disponibles (Tilman *et al.*, 1996). Las asociaciones de especies (imitando la diversidad natural) y la rotación de cultivos (evitando el agotamiento del suelo y la consiguiente disminución de rendimientos) son claves para mantener ese equilibrio dinámico en el tiempo. Como resultado de la asociación de cultivos se obtienen producciones de mayor cantidad y calidad que los monocultivos de las mismas especies en una superficie equivalente (Jolliffe, 1997). Las rotaciones largas con cultivos mixtos aumentan la resistencia a las plagas y enfermedades, puesto que la presencia discontinua del cultivo huésped rompe los ciclos biológicos de los organismos pató-

genos. Los cultivos forrajeros mixtos a base de gramíneas y leguminosas, además de abaratar los costes de producción, proporcionan una mayor cantidad y calidad de ensilado que los sistemas en monocultivo, incrementando significativamente el contenido proteico de la dieta (Anil *et al.*, 1998). En el caso de las mezclas de pratenses, se ha demostrado que el cultivo mixto con leguminosas puede incrementar la masa foliar de la gramínea (Shehu *et al.*, 1999), y ejercer un control más efectivo de las malas hierbas que los monocultivos de las mismas especies. Buscando estos beneficios, las mezclas de pratenses raigrás-trébol son adecuadas para introducirlas en rotaciones forrajeras ecológicas de zonas húmedas.

Dentro del proyecto "Rotaciones forrajeras convencionales y ecológicas en la España húmeda" (INIA RTA01-144-C5-2) este trabajo tiene como objetivo estudiar la evolución de las producciones y la dinámica de crecimiento de distintas mezclas de raigrás-trébol. Se evalúa por vez primera en producción ecológica en zonas húmedas, como la Cornisa Cantábrica, la efectividad de la sotosiembra de pratenses bajo asociación invernal de cereal-leguminosa.

Material y métodos

Dentro de la programación de rotaciones forrajeras ecológicas planteada en una finca en reconversión con tres años de historial como pradera multiespecie (Llanera, Asturias centro-interior, altitud: 100 m, Registro de Explotaciones en AE 2002 Nº 50/F, calificación "Año Cero"), se estudiaron dos mezclas de raigrás-trébol como segundo cultivo tras asociaciones invernales de cereal-leguminosa (Pedrol y Martínez, 2003), según se describe en la Tabla 1.

Tabla 1: Mezclas de raigrás-trébol programadas dentro de dos rotaciones de cultivo para la obtención de forrajes ecológicos.

ROTACIÓN 1			ROTACIÓN 2		
Cultivo	Dosis/Siembra	Fecha/Siembra	Cultivo	Dosis/Siembra	Fecha/Siembra
Avena+veza	(3:2) 265 gr/m^2	Octubre 2001	triticale+haboncillo	(6:1) 195 gr/m^2	Octubre 2001
r.italiano+t.violeta	(5:4) 45 kg/ha	Mayo 2002	r.inglés+t.blanco[1]	(6:1) 40 kg/ha	Octubre 2001
maiz	–	*Mayo 2003*	*maiz*	–	*Mayo 2004*
triticale+haboncillo	–	*Octubre 2003*	*nueva rotación*		
maiz	–	*2004*			
nueva rotación					

[1] En sotosiembra, para que una vez cortada la asociación cereal-leguminosa anterior la mezcla de pratenses quede ya implantada. En negrita, descripción de las mezclas de pratenses cuyos resultados se presentan. En cursiva, cultivos de continuación programados. (gr=gramos)

Se siguió un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones por rotación, siendo la parcela elemental de 10 m x 15 m. A finales de abril de 2002, tras el aprovechamiento de la mezcla avena-veza (*Avena sativa* L. cv 'Previsión' + *Vicia sativa* L. cv 'Acisreina') en la rotación 1 (R1), se incorporó el rastrojo al suelo mediante dos pases superficiales de rotovator y se sembró a voleo, el 16/5 de 2002, una mezcla de pratenses raigrás italiano-trébol violeta (*Lolium multiflorum* Lam. cv. 'Serenade' + *Trifolium pratense* L. cv. 'Marino') a las dosis indicadas en la Tabla 1. En la rotación 2 (R2), el 30/10 de 2001, se había sembrado conjuntamente con la asociación triticale-haboncillo (x *Triticosecale* Wittm. cv 'Senatrit' + *Vicia faba* L. cv 'Rutabon') una combinación de pratenses raigrás inglés-trébol blanco (*Lolium perenne* L. cv 'Tove' + *Trifolium repens* L. cv 'Huia') a las dosis indicadas (Tabla 1), de modo que al cortar la mezcla de cereal-leguminosa ésta quedó ya implantada (sotosiembra). En ambos casos, tras la siembra de pratenses se realizó un pase final de rulo compactador. De la mezcla de pratenses r.inglés-t. blanco establecida bajo cubierta de triticale-haboncillo (R2) se aprovecharon hasta la fecha tres cortes (8/7, 11/9, y 11/12 de 2002), mientras que de la mezcla r. italiano-t. violeta (R1) se obtuvieron dos (11/9, y 11/12 de 2002). Actualmente continúan las mezclas de pratenses hasta la introducción de maíz en las fechas programadas.

De cada corte, mezcla y parcela, se determinó la producción en verde mediante pesada del forraje cortado con motosegadora en una franja central de 1,4 m x 13,6 m, dejando zonas de bordura en las cabeceras y laterales de la zona controlada. Del forraje obtenido de cada parcela elemental se tomaron dos alícuotas: una para determinar el contenido en materia seca en estufa de aire forzado a 60 ºC durante 18 h, y otra para realizar la separación botánica de sus componentes y de la materia muerta. Con los datos de producción por componentes obtenidos de los cortes de septiembre y diciembre, se calculó un índice de crecimiento (IC) como base de comparación de las dinámicas de crecimiento de ambas mezclas raigrás-trébol: $IC= \Sigma [X_n / t_n]$, siendo 'X_n' la producción obtenida en cada corte (kg MS/ha) y 't_n' los días transcurridos desde la siembra (en el caso de R1) o desde el primer aprovechamiento hasta dicho corte (en el caso de R2). Finalmente, todas las muestras obtenidas, una vez secas y molturadas se analizarán en laboratorio por tecnología NIR para determinar su valor nutricional (actualmente en curso). Se tomaron muestras de suelo de cada parcela tras el último corte para su posterior análisis físico-químico (actualmente en curso) como rutina de control de la evolución de la fertilidad en función de las rotaciones planteadas.

Mediante test-T para muestras independientes, utilizando el paquete estadístico SPSS 7.5 para Windows (SPSS Inc. 1996), se compararon los resultados de producción de ambas mezclas por componentes y totales de los cortes de septiembre y diciembre (comunes a ambas rotaciones), así como las producciones suma (conjunto de cortes), y los totales de producción de ambas rotaciones hasta la fecha. Se siguió el mismo procedimiento para el análisis de los índices de crecimiento calculados.

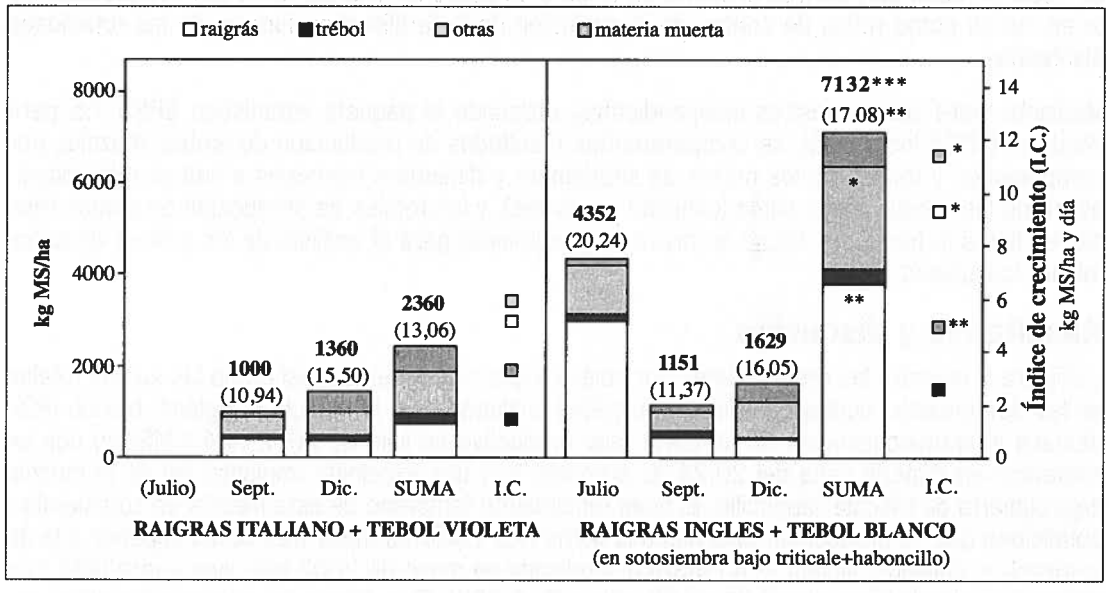
Resultados y discusión

La Figura 1 muestra las producciones por cortes y sus componentes, así como las sumas totales en las dos mezclas ecológicas de raigrás-trébol evaluadas. En la mezcla r. inglés-t. blanco (R2), destaca el aprovechamiento de un corte muy productivo en julio de 2002 (4,4 t MS/ha) con un contenido en materia seca del 20,24 %, obtenido tras una excelente implantación de la mezcla bajo cubierta de triticale-haboncillo. El buen rendimiento temprano de esta mezcla en sotosiembra condicionó que su producción total hasta la fecha (7,1 t MS/ha) fuese tres veces superior a la de la mezcla r. italiano-t. violeta (2,4 t MS/ha) sembrada en mayo de 2002 tras avena-veza (R1), con diferencias estadísticas altamente significativas ($P<0,001$). El análisis por componentes en la producción "suma" (total de producción sumando todos los cortes) no reveló sin embargo diferencias significativas de producción de trébol ($P>0,05$), cuya contribución fue similar en ambas mezclas. La diferencia principal radica en la producción de raigrás inglés, que fue significativamente superior a la de raigrás italiano ($P<0,01$). También, la fracción "otras" superó significativamente ($P<0,05$) los valores obtenidos en la mezcla r. italiano-t.violeta, si bien es cierto que una alta proporción de esta componente estaba constituida por rebrotes de triticale procedentes del cultivo anterior, que debe ser considerado como forraje útil. Es probable que esta presencia importante del cereal haya contribuido a la mayor riqueza en materia seca de la mezcla r. inglés-t. blanco (17,08 frente a 13,06 %; $P<0,01$).

En los cortes de septiembre y diciembre, comunes a ambas mezclas, no se observaron diferencias significativas ni en los totales de producción por cortes ni entre sus componentes. Sin embargo, los índices de crecimiento calculados a partir de dichos cortes comunes resultaron de gran utilidad, puesto que permiten comparar las dinámicas de crecimiento de las mezclas de pratenses aún cuando los periodos de tiempo transcurridos desde la siembra de raigrás italiano-trébol violeta (16/5), o desde el aprovechamiento anterior de r. inglés-t. blanco (8/7) hasta el primer corte común (11/9), fueron distintos. Por un lado se pone de manifiesto la intensidad de crecimiento significativamente ($P<0,05$) superior del r.inglés, dato llamativo puesto que el r. italiano se caracteriza por un crecimiento más agresivo en otoño-invierno y un mayor poder de cobertura. El mayor éxito del raigrás inglés en sotosiembra, aún siendo una especie menos vigorosa, puede deberse

a que la mezcla cereal-leguminosa evita la compactación del suelo, lo que facilita la germinación y emergencia bajo cubierta. Además, sembrados en el mismo suelo, los cereales de caña alta protegen a las plántulas de las heladas durante la fase de establecimiento bajo cubierta (Känkänen *et al.*, 2001; Weik *et al.*, 2002). En este caso, este efecto beneficioso fue más notable dadas las características del triticale y del haboncillo, ambas poco agresivas en la competencia por el espacio, dejando huecos suficientes para el buen desarrollo de especies acompañantes.

Figura 1: Producciones y sus componentes en cortes sucesivos de mezclas de pratenses en dos rotaciones forrajeras ecológicas. En negrita, sobre las barras apiladas, producción por cortes o suma de cortes. Entre paréntesis, el contenido en materia seca (%) de cada corte y suma. Se representan los índices de crecimiento de cada componente calculados a partir de los cortes comunes a ambas mezclas (septiembre y diciembre), IC= Σ [X_n / t_n], siendo 'X_n' la producción obtenida en cada corte (kg MS/ha) y 't_n' los días transcurridos desde la siembra de raigrás italiano-trébol violeta (16/5) o desde el primer aprovechamiento de r. inglés-t. blanco (8/7). Para cada variable, los asteriscos indican diferencias significativas entre mezclas: *P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001 (test T).



Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas en la dinámica de crecimiento de ambas especies de trébol, pero sí en las fracciones "otras" y "materia muerta", que aumentaron con mayor rapidez en la mezcla implantada bajo cubierta. Este dato, al margen de la contribución del rebrote de cereal anteriormente comentado, es indicativo del envejecimiento progresivo de la mezcla r. inglés- t. blanco en la que también se observó una disminución paulatina del porcentaje de trébol blanco en los distintos cortes (Fig. 1). No obstante, se espera que en los sucesivos cortes de primavera se recupere el porcentaje de leguminosa, con el consiguiente aumento de la fijación simbiótica de nitrógeno y el enriquecimiento cualitativo del forraje.

Totales de las rotaciones

Tanto por la mayor producción de la asociación de invierno triticale-haboncillo (Pedrol y Martínez, 2003), como por el extraordinario rendimiento de la mezcla de pratenses r. inglés-t. blanco en sotosiembra, los totales de producción hasta la fecha de ambas rotaciones ecológicas arrojaron diferencias altamente significativas (*P*<0,001; test T), siendo las producciones para R1 y R2 de 10,7 y 16,7 t MS/ha, respectivamente. Esta diferencia de producción de forraje de 6 t MS/ha avala el éxito del establecimiento de mezclas de pratenses bajo cubierta de la asociación invernal de triticale-haboncillo utilizada en este ensayo de rotaciones. La diferencia de rendimiento será todavía más importante si se tiene en cuenta el menor coste de producción para el ganadero que, gracias a la sotosiembra del siguiente elemento de la rotación, se evita el laboreo tras el aprovechamiento del cultivo precedente.

Puesto que se trata de resultados del primer año de rotaciones forrajeras en una explotación en periodo de reconversión, los rendimientos y producciones que aquí se apuntan podrían ser superados en sucesivas rotaciones.

Conclusiones

La mezcla de pratenses raigrás inglés-trébol blanco establecida bajo cubierta del cultivo invernal precedente, resultó tres veces más productiva que la mezcla simple raigrás italiano-trébol violeta.

Los totales de producción de las dos rotaciones forrajeras ecológicas ensayadas, demuestran el éxito de la sotosiembra de mezclas de pratenses (raigrás-trébol) bajo asociaciones invernales de cereal-leguminosa como triticale-haboncillo.

La rotación encabezada por triticale-haboncillo con r. inglés-t. blanco en sotosiembra produjo 6 t MS/ha más que la rotación simple de avena-veza seguida de r. italiano-t. blanco.

Referencias bibliográficas

ANIL; PARK; PHIPPS; MILLER., 1998. Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass & Forage Science*, **53**, 301-317.

BARBEYTO, F.; CASTRO, J.; DÍAZ, N.; PIÑEIRO, J., 2002. Producción de leche de vacuno en la granja Arqueixal: Análisis económico del proceso de conversión a producción ecológica. *Actas de la XLII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 621-626.

CASTRO, J.; NOVOA, R.; BLÁZQUEZ, R.; BARBEYTO, F.; DÍAZ, N.; PIÑEIRO, J., 2002. Seguimiento del abonado y de la fertilidad del suelo en la granja Arqueixal durante el proceso de conversión en ecológica. *Actas de la XLII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 271-276.

GARCÍA, G., 2002. La Agricultura Ecológica en Asturias. *SInFO*, **21**, 11-15. Gobierno del Principado de Asturias, Consejería de Medio Rural y Pesca, Dirección General de Agroalimentación. Oviedo (España).

JOLLIFFE, P.A.,1997. Are mixed populations of plant species more productive than pure stands? *Oikos*, **80**, 595-602.

KÄNKÄNEN, H.J.; MIKKOLA, H.J.; ERIKSSON, C.I., 2001. Effect of sowing technique on growth of undersown crop and yield of spring barley. *Journal of Agronomy and Crop Science* **187**, 127-136.

PEDROL, N.; MARTÍNEZ, A., 2003. Asociaciones cereal-leguminosa: Primeros resultados en rotaciones forrajeras ecológicas de zonas húmedas. *Actas de la XLIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos* (en prensa).

PORCUNA, J.L.; GONZÁLVEZ, V., 2002. La Alternativa Agroecológica. *SInFO*, **21**, 1-10. Gobierno del Principado de Asturias, Consejería de Medio Rural y Pesca, Dirección General de Agroalimentación. Oviedo (España).

SHEAFFER, C.C.; GUNSOLUS, J.L.; GRIMSBO JEWETT, J.; LEE, S.H., 2002. Annual medicago as a smother crop in soybean. *Journal of Agronomy and Crop Science*, **188**, 408-416.

SHEHU, Y.; ALHASSAN, W.S.; PAL, U.R.; PHILLIPS, C.J.C., 1999. The effect of intercropping *Lablab purpureus* L. with sorghum on yield and chemical composition of fodder. *Journal of Agronomy and Crop Science*, **183**, 73-79.

TIEMAN, D.; WEDIN, D.; KNOPS, J., 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature*, **379**, 718-720.

WEIK, L.; KAUL, H.P.; KÜBLER, E.; AUFHAMMER, W., 2002. Grain yields of perennial grain crops in pure and mixed stands. *Journal of Agronomy and Crop Science*, **188**, 342-349.

MIXED STANDS OF RYEGRASS-CLOVER AND FIRST RESULTS OF ORGANIC FORAGE CROP ROTATIONS IN ATLANTIC ZONES

SUMMARY

Under a schedule of organic forage crop rotations, two mixed stands of ryegrass-clover: *Lolium multiflorum- Trifolium pratense* and *L. perenne-T. repens* were evaluated as following crops after winter cereal-legume mixtures, under different sowing methods. Significant differences in productivity and their components, as well as in growth dynamics were found between both mixed stands. Total productions of the assayed organic rotations showed the adequacy and success of undersowing ryegrass-clover to triticale-field bean mixed crop. The rotation started by triticale-field bean with undersown *L. perenne-T. repens* produced 6 extra t MS/ha if compared to the rotation oat-vetch followed by *L. multiflorum- T. pratense* under regular sowing.

Key words: Organic farming, *Lolium multiflorum*, *L. perenne*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, undersown, growth dynamics.

CONTRIBUCIÓN DEL TRÉBOL A LA PRODUCCIÓN DE LA PRADERA EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO

A. González Rodríguez y J. Piñeiro

Centro Investigaciones Agrarias. Mabegondo. Xunta de Galicia
Apartado 10 - 15080 La Coruña. Correo-e: agro_ciam@igatel.net

Resumen

Se estudia, durante tres años en pequeña parcela, la respuesta al N aplicado a la pradera permanente de gramínea y trébol blanco en áreas previamente pastadas de zona de monte del interior de Galicia (Marco da Curra).

En las condiciones ensayadas con verano húmedo, el contenido inicial de trébol era alto y la respuesta en materia seca total a la aplicación de N fue baja debido al descenso de contenido de la leguminosa. El efecto negativo sobre el trébol se incrementa a partir de la dosis de 90 kg/ha, no se aconseja superar esta dosis ya que la respuesta residual es baja. El contenido de proteína bruta también fue afectado al pasar de esta dosis, paralelamente al descenso del trébol.

Palabras clave: pradera mixta, monte, respuesta por corte, proteína bruta.

Introducción

En la mayoría de las granjas de producción ganadera basada en el uso de forrajes, la cantidad de N orgánico por ha que se aplica está a menudo cerca o por encima del límite de 170 kg de N por ha, de la normativa de Nitratos de la UE. Al mismo tiempo el balance de N de las explotaciones (N que entra menos el que sale por leche y carne) suele ser elevado, debido a las aplicaciones de entre 150 a 300 kg/ha, con un alto riesgo de polución de agua y aire. En la España húmeda existe la posibilidad de mantener praderas con una importante producción de pasto de buena calidad, basado en una alta contribución del trébol blanco. Por ello, es muy urgente optimizar el flujo de nitrógeno reduciendo las entradas por los fertilizantes minerales y alimentos comprados, reciclando nutrientes a través del uso eficaz de estiércol y purines, y limitar los impactos negativos de la fertilización orgánica.

La producción de leche en Galicia y en los países del Arco Atlántico europeo, supone en ambos casos cerca del 30 % de la producción total de España o Europa (EU-15) haciéndose la mayor parte en granjas pequeñas o medianas. El sur húmedo de Europa posee condiciones climáticas más favorables para el pasto con leguminosas, trébol blanco, en la mayoría de las explotaciones y para forrajes anuales como el maíz para conservación, por ser algo más caluroso que el norte o centro.

El pastoreo es todavía la manera más barata de cosechar el forraje, no sólo por reducir costes de producción y ahorrar trabajo, sino también por la mejora de imagen de los productos lácteos que incrementan la confianza del consumidor. El pastoreo, sin embargo, no es posible en cualquier lugar, por la estructura de las explotaciones de leche y condiciones edáficas, y requiere mucha

mas habilidad de manejo que el alimentar en establo. Se precisa obtener cantidad y calidad de pasto con un buen conocimiento de los factores que podemos controlar para la utilización adecuada a las necesidades productivas del rebaño.

Las praderas de gramínea y trébol compensan una producción algo menor con su mayor calidad y su mejor distribución estacional y son perfectamente adaptables a los sistemas de producción de leche basados en pastoreo (González, 1991). En condiciones prácticas se puede aconsejar el uso estratégico de N en dosis no elevadas en determinados momentos del ciclo productivo de la pradera, como puede ser al comienzo del año para una salida temprana de los animales al pasto, aunque se obtenga una escasa respuesta.

En varios ambientes de clima y suelo de Galicia se han estudiado curvas de respuesta al nitrógeno sobre praderas mixtas y su efecto sobre el trébol blanco tanto en pastoreo como para ensilado (González, 1984, 1991). Si las aplicaciones de nitrógeno en primavera no son elevadas, la reducción del trébol es pequeña (Frame y Paterson, 1987). Se han realizado muchos estudios sobre estas aplicaciones y su efecto en el total anual y en este momento se incorporan estos datos a modelos europeos del arco atlántico (www.arini.co.uk/grazemore).

En este trabajo se han estudiado tres aplicaciones de nitrógeno no superiores a 60 kg/ha por corte en primavera, en zona de monte del interior de Galicia y su efecto sobre el trébol durante tres años.

Material y métodos

Se realizó un experimento en pequeña parcela (2x5 m) con un diseño de bloques al azar con seis repeticiones durante tres años. La pradera mixta situada en la estación experimental de Marco da Curra, en zona de monte de interior de Galicia, tenía más de cinco años y fue pastoreada hasta entonces con vacuno de carne. En la composición botánica, al aplicar los tratamientos dominaban el raigrás inglés y trébol blanco sembrados, aunque había un 25 % de otras especies como el holco (*Holcus lanatus* L.) y hasta un 5 % de agrostis (*Agrostis tenuis* Ribth), que se encuentran en la mayor parte de los prados utilizados en Galicia.

Tabla 1: Aplicación de distintas dosis de nitrógeno sobre pradera mixta para tres cortes.

Tratamientos	Aplicaciones de N			N total (kg/ha)
	1 - marzo	2 - abril-mayo	3 - junio	
1	0	0	0	0
2	30	0	0	30
3	30	30	0	60
4	60	0	0	60
5	60	30	0	90
6	60	30	30	120
7	60	60	60	180

Se mantuvieron las mismas parcelas durante los tres años. El nitrógeno para el 2º y 3º corte se aplicó inmediatamente después del 1º y 2º cortes respectivamente. Las fechas para el primer corte fueron: 4/5, 20/4 y 14/5, para el segundo: 21/6, 13/6 y 5/7 y para el tercero: 2/9, 5/9 y 14/11 para los tres años respectivamente. Este corte de otoño incluía el crecimiento desde el final de primavera, tras el cual el ensayo se volvía a pastar cada año. Durante cada invierno se aplicaron 100 kg/ha de P_2O_5, y de K_2O.

Determinaciones: Control de producción con motosegadora y muestreo para separación botánica manual, determinación de materia seca (MS) y análisis de proteína bruta en laboratorio.

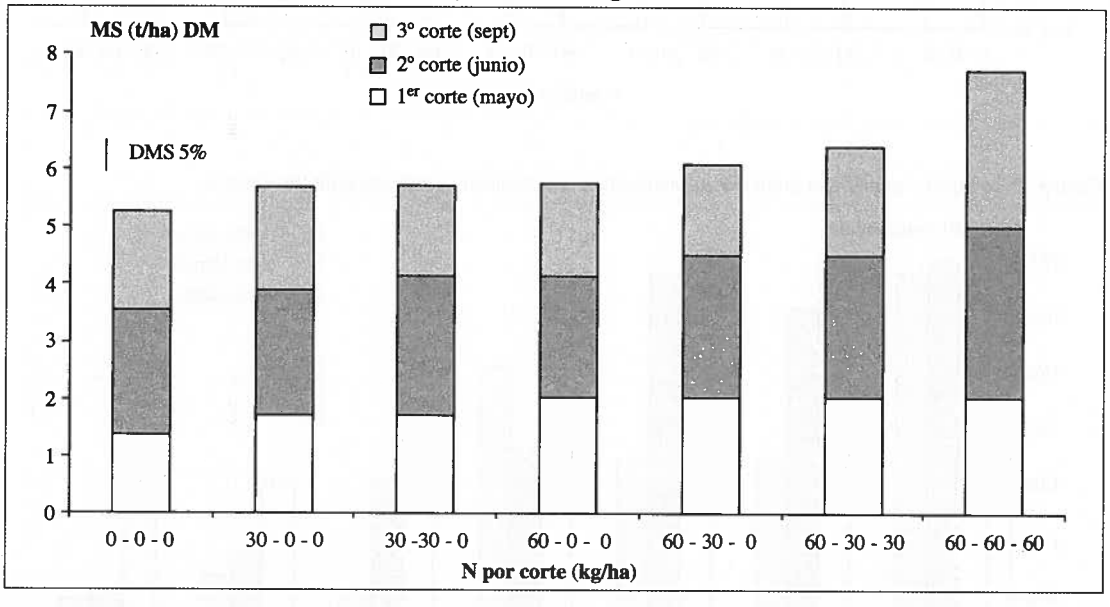
Resultados y discusión

Las producciones de MS fueron similares en los tres años ensayados para cada corte, ya que éste se decidía cuando la media de las parcelas tenía una altura determinada, unos 15 cm. La figura 1 recoge en cada corte la media de los tres años. El número de días de crecimiento para la obtención de las producciones de los tres cortes fue de 32, 51 y 96 días respectivamente.

La respuesta de la pradera mixta a la aplicación de N para la media de los tres años de los cortes de primavera fue lineal, MS = 13 N + 1710 (r = 0.981) y no muy elevada por su efecto negativo sobre el trébol cuyo contenido se expresa en la figura 2. Los crecimientos diarios en primavera fueron de 18 a 62 kg/ha/día, al aplicar de cero a 60 kg/ha de N.

El contenido de trébol blanco pasó del 34 % al 7 % de la MS total al aplicar las dosis extremas de N. Esta respuesta al N, inversamente proporcional al contenido de trébol, sucede también en un mismo lugar entre distintos años y con niveles distintos de trébol (González, 1991). La zona de monte donde se sitúa el ensayo tiene un verano húmedo, lo que favorece el desarrollo del trébol y disminuye la respuesta al N. En estas zonas se recomienda la producción ganadera con praderas mixtas y poco uso de N, gracias a las condiciones favorables para el desarrollo del trébol, a pesar de la prevención que existe entre los ganaderos de la zona por tener un invierno más duro.

Figura 1: Respuesta en materia seca (MS) a la aplicación de nitrógeno en tres cortes.



La producción total anual media de los 3 años pasó de 6.2 a 8.5 t/ha de MS al aplicar cero o 180 kg de N por ha. El incremento de materia seca no fue significativo hasta la dosis de 90 kg/ha de N. Estas producciones son perfectamente competitivas para sistemas de producción de leche, si se realiza una buena utilización del pasto, conjugándola con las necesidades del animal a través de una presión de pastoreo adecuada (Holmes, 1987).

El contenido de proteína bruta (PB) media los tres años se expresa en la figura 3 para los tres cortes y las diferentes dosis de N. La aplicación de N incrementa el porcentaje de proteína del forraje en un determinado corte con cualquier nivel de trébol. Las mayores variaciones del porcentaje de PB se deben a la época del año, hay un descenso de PB en el corte de otoño, esto se debe a que en dos años se hizo este corte en septiembre con pasto acumulado desde el final de primavera. En general, el incremento de la dosis de N hizo descender el nivel de proteína bruta paralelamente al descenso del trébol en la pradera, siendo éste un efecto acumulativo de la aplicación de N durante los tres años. Estos resultados fueron encontrados también en anteriores ensayos (González, 1984).

Figura 2: Efecto de la aplicación de N sobre el contenido de trébol blanco (kg/ha) en tres cortes.

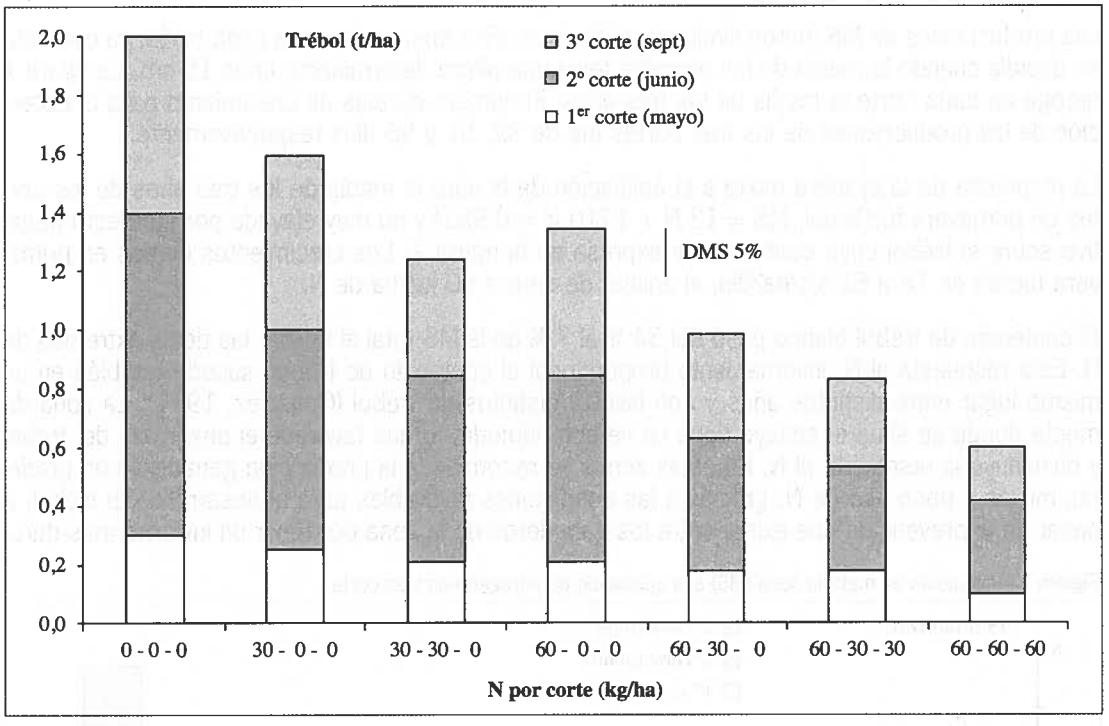
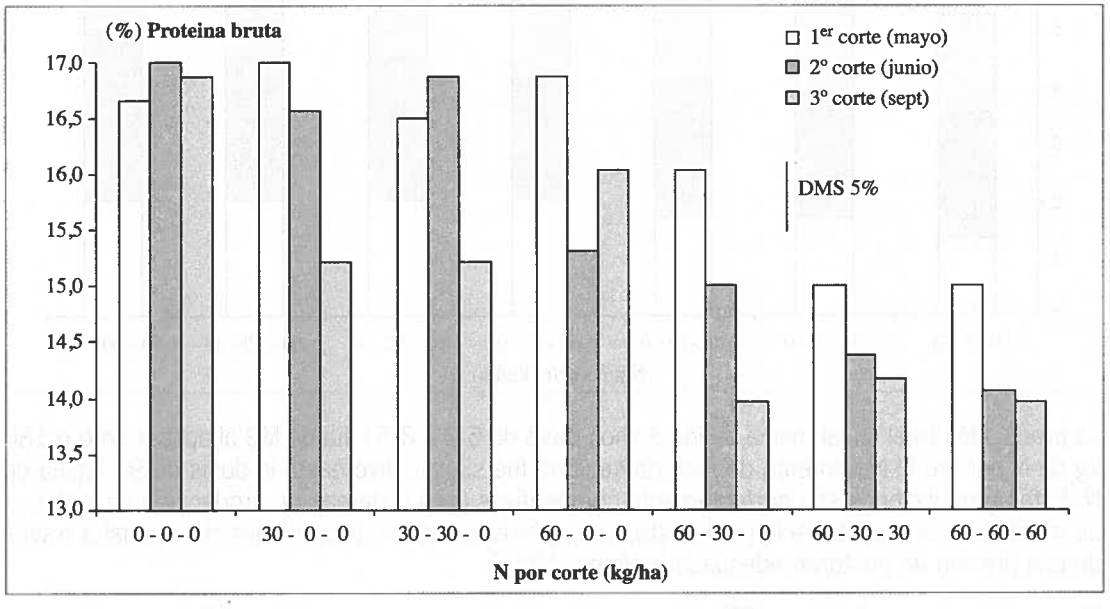


Figura 3: Contenido en proteína bruta (%) en respuesta a la aplicación de nitrógeno en tres cortes.



Conclusiones

El verano húmedo en condiciones de monte y las bajas aplicaciones de N fueron factores determinantes del alto contenido de trébol blanco en la pradera mixta.

Las dosis de N por corte, de hasta 60 kg/ha, afectan poco a la producción de materia seca total de la pradera, pero sí el contenido de trébol.

La respuesta de la pradera de gramínea y trébol a la aplicación del N estuvo claramente en relación inversa del contenido de trébol.

No se aconseja dosis anuales mayores de 90 kg/ha en condiciones de abundancia de trébol en la pradera para su utilización frecuente.

Referencias bibliográficas

FRAME, J.; PATERSON, D.J.; 1987. The effect of strategic nitrogen application and defoliation systems on the productivity of a perennial ryegrass/white clover sward. *Grass and Forage Science*, **42**, 271-280.

GONZÁLEZ A. 1984. Producción de silo de la pradera mixta y fijación de N en una explotación ganadera. *Pastos*, **14(2)**, 203-214.

GONZÁLEZ, A. 1991. Efecto del manejo del primer año y de la aplicación de N sobre la producción forrajera de una pradera mixta en monte. *Investigación Agraria. Producción y Sanidad animal*, **6 (1)**, 9-20.

HOLMES, C.W. 1987. Milk production from managed grasslands. *Ecosystems of the World*. **17B**, 101-112.

CLOVER CONTRIBUTION TO PASTURE PRODUCTION IN RESPONSE TO NITROGEN APPLICATION

SUMMARY

During three years the response in small plots to N applied to a permanent pasture, grass and white clover, was studied in previously grazed area of mount inland Galicia (Marco). Under the trial conditions with humid summer, the initial clover content was high, so the response to N application was low, due to the decrease of leguminous content.

There was an important negative effect of the N applied on white clover when the legume content of the pasture was high and there was a lower response to N in the total dry matter. It is not recommended to overcome 90 kg/ha of N this dose since the residual answer to N is low.

The crude protein content of pasture was also affected when passing this dose in relation to the decrease of clover.

Keywords: mixed swards, N response, cutting, crude protein.

VALORACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y MINERAL EN DISTINTAS ROTACIONES FORRAJERAS

A. Ibarra, I. Albizu, M. Astoreka, M. Pinto y A. Aizpurua

NEIKER, A.B., Berreaga, 1. 48160 Derio. Bizkaia. E-mail: ialbizu@neiker.net

Resumen

El sector ganadero de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) se enfrenta a una problemática de compleja solución que es la acumulación de grandes cantidades de residuos ganaderos. Una de las soluciones a este problema es la utilización de estos residuos como abono orgánico. Con el presente estudio (verano 2001-invierno 2002) se pretende conocer el valor fertilizante del abono orgánico en distintas rotaciones forrajeras y comparar con un abono mineral. Se realizan controles productivos y de calidad de forraje. El tipo de fertilizante y el cultivo de invierno, marcan diferencias en la producción; un incremento del 18,4 % del abono orgánico frente al mineral y una mayor producción de los cultivos monofitos frente a las mezclas. No obstante, la ausencia de diferencias en la producción de maíz frente al tipo de fertilizante, determina que las distintas rotaciones ensayadas tampoco lo sean, alcanzando una producción media de 23,70 ± 2,70 t MS/ha. En cuanto a calidad de forraje, el abonado orgánico determina un mayor contenido en proteína bruta en las distintas rotaciones forrajeras frente al mineral, no obstante en los cultivos de invierno las diferencias en calidad están más determinadas por el tipo de cultivo que por el tipo de fertilizante.

Palabras clave: residuos ganaderos, valor fertilizante, alternativas forrajeras, productividad, calidad nutritiva.

Introducción

En los últimos años el sector ganadero de la CAPV ha sufrido una reestructuración, donde muchas de las pequeñas explotaciones de vacuno de leche han cambiado su producción a vacuno de carne u ovino debido a la baja rentabilidad de sus explotaciones. Por el contrario las explotaciones de vacuno de leche que han apostado por una producción lechera, se han especializado aumentando el número de cabezas por explotación y mejorando sus infraestructuras para poder competir en un mercado cada vez más competitivo.

Por otra parte, estas explotaciones se enfrentan a una problemática de compleja solución que es la acumulación de grandes cantidades de residuos ganaderos (purín y estiércol). Existen diversas alternativas de tratamiento, siendo hasta la fecha la más utilizada su uso como abono orgánico. El hecho de utilizar los residuos ganaderos como abono trae consigo ventajas como el ahorro en fertilizantes minerales.

Además de los costes en fertilizantes, estas explotaciones suelen tener grandes costes por la compra de forrajes y piensos concentrados. Un aumento de la producción de forraje en la propia explotación disminuiría estos costes. La obtención de forraje de calidad y en cantidad suficiente para todo el año, exige un manejo adecuado de las praderas y la implantación de otras especies forrajeras (Raigrás Italiano, Maíz..), además de utilizar técnicas de ensilado para su conservación.

Actualmente, existe una tendencia hacia el empleo de cereales forrajeros como cultivo de invierno con un aprovechamiento tardío, debido a la dificultad de ensilar el primer corte de raigrás en primavera.

En este estudio se pretende comparar la fertilización orgánica frente a la mineral en distintas rotaciones forrajeras donde se utiliza el maíz como cultivo de verano y se prueban distintas alternativas al raigrás como cultivo de invierno (triticale, veza-avena y triticale-guisante), valorando la producción y calidad nutritiva del forraje.

Material y métodos

El ensayo se estableció en la primavera del año 2001 utilizando el maíz como cultivo de verano y en rotación cuatro especies forrajeras de invierno.

La parcela de estudio se situó en la localidad de Derio (Bizkaia), a una altitud de 60 msnm y orientación NE y sobre un suelo de textura franco-arcillo-limosa. La temperatura media (ºC) y pluviosidad (mm) recogida durante el periodo del ensayo en la estación meteorológica de Derio queda reflejado en la Tabla 1.

El ensayo presenta un diseño factorial en parcela dividida con cuatro repeticiones, siendo el factor principal la especie sembrada y el secundario el tipo de abonado. Se establecen parcelas de un tamaño de 4,5x10 m.

Tabla 1: Temperatura media y Pluviosidad mensual (Plu. mm) recogida en la estación meteorológica de Derio (Bizkaia) desde Mayo del año 2001 hasta Abril del año 2002.

	2001								2002			
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Tª media (ºC)	14,2	16,8	18,7	21	16,2	17,7	8,3	5,4	10	10,3	11,7	10,7
Plu.(mm)	38,9	42,7	92,7	26,8	36,6	61,4	193,8	69,5	73,4	94,7	22,6	91,5

Cultivo de Verano

A partir del análisis de suelo (0-25 cm) se hizo la recomendación de abonado, aportando las siguientes cantidades: 150 kg/ha de N, 49 kg/ha de P_2O_5 y 120 kg/ha de K_2O. Una vez realizado las labores preparatorias para la siembra con un pase de arado de vertedera y varios pases con el rotocultivador se incorporó el abono y un insecticida a base de Foxim (10 %). El abono orgánico incorporado fue un pelet formado por 50 % vacuno, 30 % porcino y 20 % gallinaza y con una relación de N-P_2O_5-K_2O de 8,2-2,7-2. Se consideró que la disponibilidad de los nutrientes en el primer año era del 50 % (Pereda, 1993). El abono orgánico aportó la totalidad de las necesidades de N, P_2O_5, y 27 kg/ha de P_2O_5 (60 %), el resto se cubrió con cloruro potásico 60 % (Cl K). En cuanto a los abonos minerales, el complejo 9-18-27 aportó la totalidad de las necesidades de P_2O_5, 24 kg/ha de N y 73 kg/ha de K_2O, el resto se cubrió con nitrato amónico cálcico 26 % (NAC) y Cl K 60 %.

El 31 de mayo de 2001 se realizó la siembra con una sembradora de precisión a un marco de 70x15 cm, aproximadamente 92 000 semillas/ha utilizando la variedad G-350 de ciclo 300. Después de la siembra se aplicó un herbicida de preemergencia a base de Metacloro (30 %) y Atrazina (19 %) y en postemergencia del cultivo se aplicó un insecticida a base de Diazinon (60 %).

La cosecha se realizó cuando el grano estaba en estado pastoso y se efectuó sobre las dos hileras centrales de cada parcela. Se muestreó una superficie de 1,4x8 m por parcela anotando el peso del forraje y el peso de cinco plantas separando la mazorca de la paja (tallo, hojas y espatas). Después se tomaron dos muestras por parcela, una de mazorca y otra de paja para determinar el

contenido de materia seca por desecación en estufa de aire a 70º C durante 72 horas. Posteriormente se molieron las muestras con un molino de cuchillas con un tamiz de 1 mm para determinar la Proteína Bruta (PB) por el método Kjendahl, Fibra Ácido Detergente (FAD) y Fibra Neutro Detergente (FND) según Goering y van Soest (1970) y Digestibilidad (D) según Jones y Hayward (1975).

Cultivos de Invierno

En rotación con el maíz se establecieron cuatro cultivos forrajeros de invierno. A partir del análisis de suelo (0-25 cm) se hizo la recomendación de abonado, aportando las siguientes cantidades:

Tabla 2: Cantidad de abono aplicado tanto en fondo como en cobertera en los distintos cultivos forrajeros de invierno.

Abonado	Fondo (4/12/01)	Cobertera (25/02/02)
ORGÁNICO	150 kg/ha N, 49 kg/ha P205 y 120 kg/ha K20 en raigrás y triticale	
	90 kg/ha N, 49 kg/ha P205 y 120 kg/ha K20 en las mezclas	
MINERAL	40 kg/ha N, 49 kg/ha P205 y 120 kg/ha K20	110 kg/ha N en raigrás y triticale,
		50 kg/ha N en las mezclas

El abono orgánico aportó la totalidad de las necesidades de N, P_2O_5 y 36 kg/ha K_2O en los cultivos monófitos, el resto se cubrió con Cl K 60 %. Y en las mezclas aportó la totalidad de N, 29 kg/ha de P_2O_5 y 22 kg/ha de K_2O, el resto de fósforo se cubrió con superfosfato 18 % y el potasio con Cl K 60 %. Para el aporte del abono mineral se utilizaron, NAC 26 %, superfosfato 18 % y Cl K 60 %.

La siembra del raigrás cv. `Nival´ se realizó el 5 de diciembre de 2001 a voleo a una dosis de 30 kg/ha y las demás especies forrajeras se sembraron el 7 de diciembre de 2001 mediante una sembradora de cereales. El triticale cv. `Senatrit´ se sembró a una dosis de 400 semillas viables/m^2, y las mezclas triticale-guisante cv. `Senatrit´-`Pursan´ y veza-avena cv. `Aintrée´-`Albina´ a una dosis de 300 semillas viables/m^2 en una proporción de 60 % cereal y 40 % leguminosa.

La cosecha de los cultivos de invierno se realizó el 23 de abril de 2002 y para la elección de la fecha de corte se tomo de referencia el estado vegetativo del triticale.

Se muestreó la parte central de la parcela mediante una segadora con una barra de corte de 0,9 m. Una vez realizado el pesaje se tomaron dos submuetras. La primera se congeló hasta la posterior determinación de la Capacidad tampón (CT) según el método de Playne y McDonald (1966) y la otra se utilizó para determinar el contenido en materia seca de la muestra. Después las muestras se molieron para la posterior determinación en laboratorio de: PB, FAD, D y los Carbohidratos Solubles (CHS) según el MAFF (1981).

Resultados y discusión

Cultivo de verano

Efecto del tipo de fertilizante sobre la Producción y Calidad del forraje.

El tipo de fertilizante (orgánico y mineral) no ha marcado diferencias significativas en la producción (ANOVA, $F_{1,15}$=0,00, P=0,9671), y por otra parte la baja pluviosidad recogida durante el periodo del ensayo, alrededor de 237 mm, tampoco ha sido un factor limitante, obteniendo una producción media de 18,06±2,52 t MS/ha. Posiblemente, la textura fina del suelo (mayor capacidad de retención de agua) sobre el cual se establece el ensayo, haya favorecido esta respuesta productiva.

En cuanto a la calidad del forraje, las parcelas fertilizadas con abono orgánico presentan un contenido mayor en proteína bruta que las parcelas fertilizadas con abono mineral (ANOVA, $F_{1,15}$=23,32, P=0,0002). A pesar de esta diferencia, el nivel de proteína es adecuado para ambos

tratamientos (Tabla 3). En los demás parámetros de calidad analizados, el tipo de fertilizante no ha marcado diferencias significativas.

Tabla 3: Porcentaje sobre materia seca de Proteína Bruta (%PB), Fibra Ácido Detergente (%FAD), Fibra Neutro Detergente (%FND) y Digestibilidad de la materia orgánica (%D) de la cosecha del maíz según el tipo de fertilizante.

FERTILIZANTE	% MS (X±D.E)	% PB (X±D.E)	% FAD (X±D.E)	% FND (X±D.E)	% D (X±D.E)
Orgánico	22,19±3,44[a]	9,76±0,58[a]	28,20±1,95[a]	49,47±2,49[a]	57,22±4,17[a]
Mineral	22,72±1,76[a]	9,03±0,49[b]	28,66±1,35[a]	49,76±1,25[a]	55,58±3,70[a]

Distinta letra dentro de cada columna indica diferencias significativas según el test de Duncán al nivel del 95% de probabilidad.

Cultivos de invierno

Efecto del tipo de fertilizante y del tipo de cultivo sobre la Producción y Calidad del forraje.

El tipo de fertilizante ha marcado diferencias significativas en la producción de los distintos cultivos forrajeros de invierno (ANOVA, $F_{1,29}$=13,87, P=0,0034), produciendo un incremento medio de un 18,4 % en las parcelas con abonado orgánico. Este aumento en la producción se puede deber a una mayor disponibilidad de nutrientes ya que la lenta liberalización de nutrientes minimiza el riesgo de pérdidas de nitrógeno en el sistema (Estavillo, 1993). Por otra parte, el tipo de fertilizante también ha tenido su reflejo sobre el contenido en PB (ANOVA, $F_{1,29}$ =7,75, P=0,0178), FAD (ANOVA, $F_{1,29}$=13,17, P=0,0040), y CHS (ANOVA, $F_{1,29}$=16,27 P=0,0020), siendo mayor en las parcelas con abonado orgánico el contenido en PB y FAD, mientras que el contenido en CHS ha sido menor.

Por otra parte, el tipo de cultivo también ha marcado diferencias significativas sobre la producción y la calidad de forraje, siendo estas diferencias más acusadas que las debidas al tipo de fertilizante. En cuanto a producción (ANOVA, $F_{3,29}$=13,17, P=0,0006), los cultivos monofitos (raigrás y triticale) han sido más productivos que las mezclas forrajeras (triticale-guisante y veza-avena). En un estudio realizado con anterioridad se ve el potencial productivo de las mezclas forrajeras, donde se obtienen mayores producciones que con la siembra única del cereal (Aizpurua *et al.*, 2001). En este caso, la menor producción del triticale-guisante se debe a la baja implantación del guisante afectado por las bajas temperaturas durante el mes de diciembre, y en el caso de la mezcla veza-avena, al estadio vegetativo precoz que fue cosechado la avena (final de encañado) (Tabla 4).

Tabla 4: Producción (t MS/ha), Porcentaje sobre materia seca de, Fibra Ácido Detergente (%FAD), Digestibilidad (%D), Carbohidratos solubles (%CHS) y Capacidad Tampón (CT) mq/kg MS de los cultivos de invierno (T1: raigrás, T2: triticale, T3: veza-avena, T4: triticale-guisante).

TRAT.	P (X±D.E)	FAD (X±D.E)	D (X±D.E)	CHS (X±D.E)	CT (X±D.E)
T1	6,11±0,62[ab]	29,69±1,61[c]	62,58±3,71[a]	17,40±5,34[ab]	390,64±92,56[a]
T2	6,94±1,78[a]	37,88±1,58[a]	44,62±3,69[d]	13,37±2,94[b]	256,11±47,81[b]
T3	4,29±1,01[c]	30,00±2,37[c]	58,15±3,53[b]	14,59±6,30[b]	377,66±65,32[a]
T4	5,89±1,54[b]	32,07±2,50[b]	52,57±4,60[c]	19,49±3,05[a]	261,30±38,62[b]

Distinta letra dentro de cada columna indica diferencias significativas según el test de Duncán al nivel del 95% de probabilidad.

En cuanto a la calidad del forraje, los cultivos con mayor contenido en PB (ANOVA, $F_{3,29}$=12,45, P=0,0007), raigrás y veza-avena, presentan un menor contenido en FAD (ANOVA, $F_{3,29}$=171,59, P≤ 0,0001) y por consiguiente, una mayor digestibilidad (ANOVA, $F_{3,29}$=41,44, P≤ 0,0001). Sin embargo, el contenido en PB de la mezcla triticale-guisante presenta una dinámica diferente según el tipo de fertilizante. Seguramente la baja implantación del guisante unido a la mayor disponibilidad de nutrientes en las parcelas con abono orgánico ha potenciado el crecimiento del cereal (con-

tribuye en la mezcla en un 63,79 %) frente a la leguminosa (contribuye en un 24,37 %) mientras que en las parcelas con abonado mineral se ha reflejado menos esta tendencia (contribuyen en un 41,5 %y 46,2 % respectivamente) (Tabla 5).

El cuanto a la CT, este parámetro está más relacionado con el tipo de cultivo, siendo menor en los cultivos de triticale y la mezcla triticale-guisante.

Tabla 5: Porcentaje sobre materia seca de proteína bruta (PB) de los cultivos de invierno según el tipo de fertilizante aplicado (T1: raigrás, T2: triticale, T3: veza-avena, T4: triticale-guisante).

TRAT.	FERTILIZANTE (Orgánico) X±D.E	FERTILIZANTE (Mineral) X±D.E
T1	18,59±4,33[a]	13,74±2,92[ab]
T2	13,11±2,25[b]	11,85±1,37[b]
T3	21,42±3,47[ab]	15,57±3,26[ab]
T4	12,76±2,98[b]	16,38±2,14[a]

Distinta letra dentro de cada columna indica diferencias significativas según el test de Duncán al nivel del 95% de probabilidad.

Por último, considerando la rotación en su conjunto, no se han encontrado diferencias significativas ni por el tipo de fertilizante ni entre las distintas rotaciones, obteniéndose una producción media de 23,70±2,70 t MS/ha, es decir, la ausencia de diferencias en producción de maíz frente al tipo de fertilizante, ha determinado la ausencia de diferencias en la rotación.

Conclusiones

En el maíz forrajero se obtiene un mayor contenido en PB utilizando un abonado orgánico.

Las diferencias encontradas tanto en producción como en calidad según el tipo de cultivo son más acusadas que las encontradas por el tipo de fertilizante.

Los cultivos de invierno más productivos son el raigrás y el triticale.

Los cultivos más proteícos, con menor contenido en fibra y más digestibles son la mezcla veza-avena y el raigrás.

Los cultivos de mayor ensilabilidad son el triticale y la mezcla triticale-guisante.

No hay diferencias en producción entre las distintas rotaciones ensayadas.

Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado gracias a la financiación del INIA dentro del proyecto "Rotaciones forrajeras convencionales y ecológicas en la España húmeda: Control medioambiental" (RTA01-144).

Referencias bibliográficas

AIZPURUA, A.; CASTELLON, A.; ALBIZU, I.; GARRO, J.; BESGA, G., 2001. Productividad y calidad nutritiva de cereales de invierno en rotación con maíz en el País Vasco. *Actas de la XLI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. 539-544.

ESTAVILLO, J.M., 1993. *Efecto de la aplicación de nitrogeno orgánico e inorgánico sobre la producción, pérdidas y balance de nitrógeno en una pradera natural.* Tesis Doctoral. Universidad del *País Vasco*.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J., 1970. *Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some aplications).* Agricultural Handbook Nº 379. U.S. Department of Agriculture, 20 pp. Washinton (EEUU).

JONES, D.H.; HAYWARD, M.V., 1975. The effect of pepsin pre-treatment of herbage on the prediction of dry matter digestibility from solubility in fungal cellulase solubility. *J. Sci. Food Agric.*, **26**, 711-718.

MAFF, 1981. *The Analysis of Agricultural Materials.* Replaces Technical Bulletin 27. Her Majestyc´s Stationery office, 225 pp. London (UK).

PEREDA, J. 1993. *Producción y utilización de estiércoles y purines en Gipuzkoa.* Informe inédito.

EVALUATION OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZATION ON FORAGE CROP ROTATION

SUMMARY

Livestock sector of the Autonomous Community of the Basque Country is facing the problem of complex solution, which is the accumulation of big quantities of manure. One solution to this problem is the use of this manure as organic fertilizer. This study aims to study the fertilizer value of this organic fertilizer in different forage crop rotations and to compare it with a mineral fertilizer. Production controls and forage quality was carried out. Fertilizer type and winter crop had a significant effect: an 18,4 % increment on production with organic *versus* mineral, and a higher production in monoculture *versus* mixtures. However, the lack of effect of fertilizer type on maize production, makes not to see significant differences in the different rotations, having a mean production of 23,70±2,70 t dry matter/ha. The crude protein content on the different forage rotations was higher with the organic manure, however, in winter crops the differences in quality were more determined by crop type rather than by fertilizer type.

EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL SOBRE EL CONTENIDO EN NITRÓGENO DE LA HIERBA

S. Andrés, C. Valdés, R. García y A. Calleja.

Departamento de Producción Animal I. Campus de Vegazana. 24071. Universidad de León. León. España.

Resumen

En un prado de regadío de la Montaña de Riaño, manejado con tres siegas para heno, se combinaron cuatro niveles de aplicación de fertilizante nitrogenado (0, 60, 120, y 180 kg N ha^{-1} $año^{-1}$) con cuatro niveles de aplicación conjunta de P_2O_5 y de K_2O (0-0, 80-60, 160-120, 240-180 kg ha^{-1} $año^{-1}$) y se determinó la producción de forraje de las 16 parcelas y el contenido de distintas fracciones nitrogenadas de la hierba producida en cada una de ellas. La fertilización nitrogenada no tuvo un efecto significativo sobre ninguno de los parámetros considerados, mientras que la fertilización fosfopotásica incrementó significativamente ($P<0,05$) la producción de hierba en cada uno de los tres cortes y, por tanto, en el conjunto anual (7973, 10 850, 11 636, 12 628 kg MS ha^{-1} $año^{-1}$, para las dosis de P_2O_5 y K_2O: 0-0, 80-60, 160-120, 240-180 kg ha^{-1} $año^{-1}$, respectivamente). El contenido de PB de la hierba aumentó al aumentar el nivel de fertilización fosfopotásica y, aunque este efecto no fue significativo en el corte de primavera, la producción anual de PB aumentó significativamente al aumentar el nivel de fertilización (1019, 1419, 1463, 1800 kg ha^{-1} $año^{-1}$, para las dosis 0-0, 80-60, 160-120 y 240-180, respectivamente). La fertilización fosfopotásica afectó también a la composición de la proteína, incrementando las proporciones representadas por las fracciones más solubles.

Palabras clave: Abonado, Sistema de Carbohidratos y Proteína Neta de Cornell (CNCPS), forrajes, prados, proteína.

Introducción

En la Montaña de León, uno de los principales factores limitantes para el desarrollo de las explotaciones ganaderas es la escasez relativa de superficies pratenses susceptibles de siega (Rodríguez *et al.*, 1996), lo cual limita la disponibilidad de forraje conservado propio. La fertilización, tradicionalmente con abonado orgánico y durante las últimas décadas con abonos minerales, ha mejorado sensiblemente la productividad de los prados. Sin embargo, la preocupación por el impacto ambiental de los fertilizantes minerales, especialmente de los fertilizantes nitrogenados, plantea la necesidad de optimizar su utilización, para lo cual es preciso conocer la dosis mínima de abonado compatible con la obtención de un recurso forrajero de buena calidad (Peyraud y Astiarraga, 1998).

La calidad de los forrajes está condicionada, en parte, por su valor proteico. Sin embargo, el conocimiento del contenido de proteína bruta de los alimentos aporta escasa información acerca de su valor nutritivo. El Sistema de Carbohidratos y Proteína Neta de Cornell (CNCPS; Sniffen *et al.*, 1992) plantea que es preciso considerar dentro de la proteína bruta de los alimentos distintas frac-

ciones caracterizables analíticamente, pues tanto la cinética de su fermentación en el rumen como los productos finales de su degradación son diferentes (Van Soest, 1994). Así, divide la proteína bruta en tres fracciones: una fracción inmediatamente degradable (fracción A: compuestos nitrogenados no proteicos): una fracción no degradable e indigestible (fracción C, que incluye el nitrógeno asociado a la lignina y la proteína dañada por tratamiento térmico); por último, clasifica la proteína restante como proteína verdadera (fracción B) y la subdivide, a su vez, en tres fracciones que poseen distinto ritmo de degradación ruminal.

Con este planteamiento, el presente trabajo se propone estudiar el efecto de la fertilización mineral sobre el contenido de distintas fracciones de la proteína bruta de la hierba en un prado de siega de la montaña de León.

Material y métodos

Para la realización del presente estudio se emplearon muestras recogidas en 16 de las 64 parcelas utilizadas en un ensayo de fertilización que se viene llevando a cabo desde 1978 en un prado de regadío de la Montaña de Riaño cuyas características se describen en trabajos previos (Rodríguez *et al.*, 1980). Los últimos 14 años el prado estuvo sometido a tres cortes anuales para heno (en junio, julio y septiembre) que denominaremos cortes de primavera, verano y otoño, respectivamente.

Se aplicaron cuatro dosis (kg ha^{-1} $año^{-1}$) de N (0, N0; 60, N1; 120, N2 y 180, N3) en dos momentos: un 70 % de la dosis total se aplicó a la salida del invierno y 30 % restante después del primer corte. Los cuatro niveles de fertilización nitrogenada se combinaron con cuatro niveles (kg ha^{-1} $año^{-1}$) de aplicación conjunta, de una sola vez a la salida del invierno, de P_2O_5 y de K_2O (0-0, P0K0; 80-60, P1K1; 160-120, P2K2, 240-180, P3K3). Para este trabajo se emplearon las muestras de hierba de las 16 parcelas descritas, recogidas en los tres cortes realizados en el año 2000. En cada corte, se pesó la hierba segada en cada parcela para determimar la producción de forraje (kg de materia seca, MS, ha^{-1}).

Las muestras se desecaron a 60 ºC en una estufa de aire forzado hasta peso constante, se molieron en un molino de martillos tipo Culatti provisto de una malla de 1 mm de diámetro y se determinaron analíticamente los contenidos en las fracciones de la proteína bruta (PB) propuestas por el CNCPS (Sniffen *et al.*, 1992). De acuerdo con este sistema, la PB de los alimentos se divide en las siguientes fracciones: Fracción A, que representa el nitrógeno (N) no proteico (NNP); Fracción B, que representa la proteína verdadera (PV) y la fracción C que representa la PB no disponible (no degradable e indigestible). Las determinaciones analíticas se realizaron siguiendo la metodología propuesta por Licitra *et al.* (1996). De acuerdo con estos autores, la fracción A se calcula restando al contenido total de N de la muestra el contenido de N del precipitado con ácido tricloroacético (TCA); la fracción C es el N contenido en la fibra ácido detergente y la fracción B es el N precipitable en TCA pero soluble en detergente ácido. Dentro de la fracción B se pueden considerar, a su vez, tres fracciones, B1, B2 y B3, de disponibilidad ruminal decreciente. Para este trabajo, se determinó la fracción B3, que representa el N insoluble en detergente neutro pero soluble en detergente ácido.

Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza (ANOVA, Steel y Torrie, 1981), para analizar el efecto del corte, la fertilización nitrogenada, la fertilización fósforo-potásica (PK) y las interacciones dobles entre los tres factores considerados sobre los distintos parámetros estudiados. La comparación entre medias se realizó mediante el test LSD (diferencia mínima significativa) (Steel y Torrie, 1981). Para la realización de estos procedimientos se utilizó la aplicación PROC GLM de SAS (1989).

Resultados y discusión

En primavera (Tabla 1), la producción de hierba aumentó al aumentar los niveles de fertilización, aunque este efecto sólo alcanzó el nivel de significación estadística con la fertilización fosfopotá-

sica. La fertilización nitrogenada no afectó (P >0,05) ni al contenido total de N ni al de ninguna de sus fracciones (Tabla 1). Esta escasa respuesta podría atribuirse al efecto de la fertilización nitrogenada sobre la composición botánica de los prados, hecho muy documentado en trabajos previos (Bochi, 2001). Así, el posible efecto positivo de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de PB de las gramíneas, con un incremento en la proporción de NNP y una disminución en las fracciones ligadas a la fibra descrito por otros autores (Peyraud y Astiarraga, 1998), se compensaría con una reducción en la proporción de leguminosas, que se caracterizan por un mayor contenido en PB que las gramíneas, y por una mayor proporción de NNP y de N ligado a la fibra (Elizalde *et al.*, 1999).

Aunque el contenido total de N de la hierba del corte de primavera no varió al aumentar el nivel de fertilización PK, sí varió (P<0,05) la composición de la PB. Así, la fracción C representó el 18 % del N total en ausencia de fertilización fosfopotásica frente al 9 % en el nivel más alto de fertilización. Por el contrario, la suma de las fracciones más utilizables de la PV (B1 + B2) pasó de representar el 22 % del N total de la hierba en el nivel P0K0 al 31 % en el P3K3. Estos resultados son más difíciles de explicar, ya que no es posible separar los efectos de ambos tipos de fertilizantes. Sin embargo, la respuesta positiva a la fertilización con fósforo, tanto en la producción de hierba como en su contenido de proteína, concuerda con lo descrito por otros autores (Bochi, 2001). En cuanto a los cambios en la composición de la proteína, son difíciles de contrastar, dada la escasa información existente, sí cabe destacar que ni la fertilización con fosfato ni la fertilización con potasio tienen un efecto negativo sobre las leguminosas tan acusado como la fertilización nitrogenada (Bochi, 2001).

Tabla 1: Efecto de la fertilización sobre la producción de hierba (kg MS ha^{-1}) y sobre las distintas fracciones nitrogenadas del forraje (g N 100 g MS^{-1}) del corte de primavera.

	Fertilización nitrogenada				Fertilización fosfopotásica				
	N0	N1	N2	N3	P0K0	P1K1	P1K2	P1K3	s.e.d
Producción	5187	5937	6041	6300	4204[a]	5825[b]	6844[b]	6592[b]	545,1
Fracción nitrogenada									
A	0,45	0,49	0,50	0,50	0,43	0,51	0,50	0,50	0,056
B	1,15	1,15	1,12	1,20	1,14	1,13	1,10	1,27	0,132
B1+B2	0,48	0,47	0,52	0,57	0,43[a]	0,51[ab]	0,51[ab]	0,61[b]	0,067
B3	0,67	0,68	0,60	0,63	0,71	0,62	0,59	0,66	0,079
C	0,22	0,22	0,28	0,29	0,35[a]	0,26[ab]	0,22[ab]	0,18[b]	0,075
N total	1,83	1,85	1,89	2,00	1,92	1,90	1,81	1,94	0,128

Dentro de cada tipo de fertilización, las medias con distinto superíndice son diferentes (P<0,05).

En los cortes de verano (Tabla 2) y de otoño (Tabla 3), independientemente del tipo de fertilización, la producción de hierba fue menor (P<0,05) que en el corte de primavera (5866, 2762 y 2144 kg MS ha^{-1}, en los cortes de primavera, verano y otoño, respectivamente), mientras que el contenido total de N aumentó (P<0,05) desde 1,89 g kg^{-1} MS en el corte de primavera a 2,41 g kg^{-1} MS en el de verano para disminuir (P<0,05) a 2,21 g kg^{-1} MS en otoño. La fertilización nitrogenada no afectó a la producción de forraje, ni al contenido en N de la hierba (Tablas 2 y 3). En cuanto a la composición de la PB, sólo el contenido de la fracción B del corte de verano (Tabla 2) varió (P<0,05) al variar el nivel de fertilización nitrogenada. Sin embargo, este efecto no se detectó al expresar la fracción B3 como porcentaje del nitrógeno total. Por tanto, la fertilización nitrogenada tampoco afectó significativamente a la composición de la PB de la hierba en los cortes de verano y de otoño. Por el contrario, tanto en el corte de verano (Tabla 2) como en el de otoño (Tabla 3), la fertilización PK tuvo un efecto significativo (P<0,05) sobre todos los parámetros estudiados, con la excepción de la fracción B3 en el corte de otoño. Así, la producción de hierba aumentó (P<0,05)

al aumentar el nivel de fertilización con incrementos del 52 y el 72 % de la MS ha^{-1} entre los niveles P0K0 y P3K3 en verano y en otoño, respectivamente. En ambos cortes aumentó el contenido de N de la hierba al aumentar el nivel de aplicación PK, con un efecto significativo (P<0,05) sobre todas las fracciónes consideradas, con la excepción de la fracción B3 del corte de otoño (Tabla 3).

Tabla 2: Efecto de la fertilización sobre la producción de hierba (kg MS ha^{-1}) y sobre las distintas fracciones nitrogenadas del forraje (g N 100 g MS^{-1}) del corte de verano.

	Fertilización nitrogenada				Fertilización fosfopotásica				
	N0	N1	N2	N3	P0K0	P1K1	P2K2	P3K3	s.e.d
Producción	2727	2854	2705	2761	2170^{a}	2883^{ab}	2700^{ab}	3295^{b}	398,1
Fracción nitrogenada									
A	0,49	0,47	0,44	0,44	0,31^{a}	0,53^{b}	0,46^{ab}	0,54^{b}	0,072
B	1,45^{ab}	1,44^{ab}	1,39^{a}	1,59^{b}	1,30^{a}	1,38^{ab}	1,52^{bc}	1,69^{c}	0,086
B1+B2	0,57	0,57	0,54	0,60	0,82^{a}	0,86^{a}	0,89^{ab}	1,01^{b}	0,054
B3	0,88^{ab}	0,87^{ab}	0,85^{a}	0,99^{b}	0,47^{a}	0,51^{ab}	0,63^{bc}	0,67^{c}	0,056
C	0,45	0,46	0,50	0,52	0,62^{a}	0,48^{b}	0,44^{b}	0,39^{b}	0,051
N total	2,38	2,37	2,33	2,54	2,23^{a}	2,38^{ab}	2,41^{ab}	2,61^{b}	0,364

Dentro de cada tipo de fertilización, las medias con distinto superíndice son diferentes (P<0,05).

En el corte de verano, paralelamente a lo descrito en el corte de primavera, el aumento en el nivel de aplicación PK se acompañó de un aumento en la proporción del N representado por el conjunto B1+B2 y de una disminución de la proporción del N total representada por la fracción C.

En el corte de otoño también se observaron diferencias entre niveles de fertilización PK en la composición de la proteína. Cuando los contenidos de las distintas fracciones se expresaron como proporción del N total, aumentó (P<0,05) la fracción A (16 %, 19 %, 19 % y 22 %, para los niveles PK 0, 1, 2 y 3, respectivamente) y disminuyó (P<0,05) la fracción C (23 %, 19 %, 19 % y 16% para los niveles PK 0, 1, 2 y 3, respectivamente), mientras que la proporción representada por la fracción B no varió significativamente.

Tabla 3: Efecto de la fertilización sobre la producción de hierba (kg MS ha^{-1}) y sobre las distintas fracciones nitrogenadas del forraje (g N 100 g MS^{-1}) en el corte de otoño.

	Fertilización nitrogenada				Fertilización fosfopotásica				
	N0	N1	N2	N3	P0K0	P1K1	P2K2	P3K3	s.e.d
Producción	2106	2382	2035	2052	1599^{a}	2143^{b}	2092^{ba}	2741^{c}	235,8
Fracción nitrogenada									
A	0,48	0,43	0,41	0,40	0,32a	0,47^{b}	0,42^{ab}	0,51^{b}	0,065
B	1,41	1,34	1,30	1,38	1,29a	1,30^{a}	1,37^{ab}	1,48^{b}	0,071
B1+B2	0,55	0,58	0,54	0,61	0,49a	0,53^{ab}	0,62^{b}	0,63^{b}	0,046
B3	0,87	0,77	0,77	0,77	0,79	0,77	0,75	0,85	0,052
C	0,41	0,43	0,44	0,42	0,47a	0,43^{ab}	0,41^{ab}	0,38^{b}	0,031
N total	2,30	2,21	2,14	2,19	2,07a	2,20^{ab}	2,20^{ab}	2,38^{b}	0,379

Dentro de cada tipo de fertilización, las medias con distinto superíndice son diferentes (P<0,05).

Las producciones anuales (kg ha^{-1}) tanto de MS como de PB (N x 6,25) (Tabla 4) aumentaron con los niveles de aplicación de fertilizante, aunque sólo la fertilización PK tuvo un efecto significativo (P<0,05).

Tabla 4: Efecto de la fertilización sobre la producción anual (kg ha^{-1}) de materia seca (MS) y de proteína bruta (PB).

	Fertilización nitrogenada				Fertilización fosfopotásica				
	N0	N1	N2	N3	P0K0	P1K1	P2K2	P3K3	s.e.d
MS	10 020	11 173	10 781	11 173	7973^{a}	10 850^{b}	11 636^{b}	12 628^{b}	798,4
PB	1319	1438	1381	1500	1019^{a}	1419^{b}	1463^{bc}	1800^{c}	129,7

Dentro de cada tipo de fertilización, las medias con distinto superíndice son diferentes (P<0,05).

Conclusiones

En el año objeto del presente estudio, la fertilización nitrogenada no tuvo ningún efecto significativo sobre la producción de forraje ni sobre el contenido de las distintas fracciones nitrogenadas de la hierba. Por el contrario, la fertilización mineral con fósforo y potasio incrementó la producción de hierba, aumentó su contenido en proteína bruta y afectó a su composición, aumentando la proporción de la proteína bruta representada por las fracciones más solubles de la proteína verdadera (B1+B2) en detrimento de la fraccion proteica no disponible (C).

Agradecimientos

Trabajo financiado con el Proyecto ULE-2002-24 (Universidad de León) y con el Proyecto "Efecto de la época de corte y de la fertilización mineral sobre el valor nutritivo de forrajes de la montaña de León" (Diputación Provincial de León).

Referencias bibliográficas

BOCHI, O., 2001. *Infuencia de la época de corte, la fecha de siega, el sistema de aprovechamiento y la fertilización mineral de los prados sobre el valor nutritivo de la hierba.* Tesis doctoral. Universidad de León. León (España).

ELIZALDE, J.C.; MERCHEN, N.R.; FAULKER, D.B., 1999. Fractionation of fiber and crude protein in fresh forages during the spring growth. *Journal of Animal Science*, **77**, 476-484.

LICITRA, G.; HERNÁNDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J., 1996. Standarization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, **57,** 347-358.

PEYRAUD, J.L.; ASTIARRAGA, L., 1998. Review of the effect of nitrogen fertilization on the chemical composition, intake, digestion and nutritive value of fresh herbage: consequences on animal nutrition and N balance. *Animal Feed Science and Technology*, **72**, 235-259.

RODRÍGUEZ, M.; DE LA FUENTE, T.; CALLEJA, A., 1980. Relación entre el abonado N-P-K y la composición botánica en prados de regadío de la montaña leonesa, *Pastos*, **10**, 105-113.

RODRÍGUEZ, M.; GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 1996. Los prados permanentes en la economía de la montaña leonesa. *Pastos*, **26**, 25-37.

SAS, 1989. *SAS/STAT User´s Guide*. SAS Institute Inc. Cary (EEUU).

SNIFFEN, C.J.; O´CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B., 1992. A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, **70,** 3562-3577.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H., 1981. *Principles and procedures of statistics*. McGraw Hill. 633 pp. New York (EEUU).

VAN SOEST, P.J., 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*, 2nd edn. Cornell University Press. 476 pp. Ithaca (EEUU).

EFFECT OF MINERAL FERTILIZATION ON NITROGEN CONTENT OF HERBAGE

SUMMARY

Forage production and crude protein fractions of the herbage were determined on 16 paddocks of an irrigated permanent medow at Montaña de Riaño (León, Spain). Each paddock was fertilized with a combination of 0, 60, 120 or 180 kg N ha^{-1} $year^{-1}$ and P_2O_5 and K_2O (0-0, 80-60, 160-120, 240-180 kg ha^{-1} $year^{-1}$). Three harvests were conducted per year. N fertilization had not significant effect on any of the studied parameters, whereas the P-K fertilization significantly (P<0,05) increased herbage production in boh the 3 harvests and in the whole year (7973, 10 850, 11 636, 12 628 kg MS ha^{-1} $year^{-1}$, upon application of P_2O_5 and K_2O: 0-0, 80-60, 160-120, 240-180 kg ha^{-1} $year^{-1}$, respectively). Crude protein concentration increased as P-K fertilization increased, although the effect was not significant in the Spring harvest. Annual production of crude protein significantly (P<0,05) increased with P-K fertilization (1019, 1419, 1463 and 1800 kg crude protein ha^{-1} $year^{-1}$, with 0-0, 80-60, 160-120 and 240-180 kg P_2O_5 - K_2O ha^{-1} $year^{-1}$, respectively). P-K fertilization also affected crude protein composition, increasing the proportions of the most soluble fractions.

Key words: Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), forage, manure, medows, protein.

FERTILIZACIÓN CON ESTIÉRCOL DE POLLO DESHIDRATADO Y GRANULADO EN PRADERAS DE GALICIA

M.E. López Mosquera, M.J. Bande, F. Cabaleiro, A. López Fabal y M.J. Sainz.

Departamento de Producción Vegetal. Universidad de Santiago de Compostela, Campus de Lugo, 27002 Lugo.

Resumen

El acondicionamiento del estiércol de pollo mediante técnicas de deshidratación y granulación reduce los problemas de su almacenamiento y facilita su transporte y aplicación en terrenos agrícolas. En un ensayo de campo, se ha estudiado el efecto de la aplicación de BIOF-1 (un fertilizante comercial de estiércol de pollo deshidratado y granulado) en la producción de forraje en una pradera de raigrás inglés, raigrás híbrido y trébol blanco, en comparación con el abonado nitrogenado mineral (90 kg N/ha). Se hizo un único aporte de abono orgánico al comienzo de la estación de crecimiento, mientras que el mineral se fraccionó. La pradera había sido establecida en el otoño anterior, encalando y aplicando un fertilizante NPK mineral de fondo. En los tres cortes realizados (mayo, julio y noviembre), la producción de forraje en las parcelas que recibieron BIOF-1 fue igual al de aquellas fertilizadas con N mineral, sugiriendo que el N liberado a partir de una única aplicación anual del abono orgánico tiene una buena disponibilidad a corto plazo para las plantas de la pradera. El forraje de las parcelas BIOF-1 presentó un mayor contenido en trébol que las de abonado mineral en los cortes de julio y noviembre.

Palabras clave: composición botánica, fertilización orgánica, fertilización nitrogenada, producción de forraje.

Introducción

La producción de pollos para carne ha experimentado un crecimiento regular en la Unión Europea desde el año 1975, especialmente en la última década debido al impacto de la encefalopatía espongiforme bovina y la fiebre aftosa en la comercialización de carne de ganado bovino y porcino. En el año 1999 se cifraban un total de 4.379.344.000 cabezas de pollos de engorde, lo que supone una producción anual de estiércol de 26.276.064 t, siendo España el tercer país productor (Eurostat, 2000). El principal destino de este estiércol es su aplicación en terrenos agrícolas como fertilizante. La producción de este tipo de estiércol es regular a lo largo del año, mientras que las necesidades de fertilización de los cultivos se centran en ciertas épocas. Por ello, en muchos casos y en determinados momentos del año se produce acumulación de estiércol que es necesario almacenar; el almacenamiento puede originar daños ambientales, como emisión de N a la atmósfera, contaminación de aguas a través de lixiviados, malos olores y contaminantes microbianos (Sims y Wolf, 1994).

El empleo de tecnologías de deshidratación y granulado, que se utilizan para el acondicionamiento de distintos residuos orgánicos, podrían ser herramientas muy interesantes para minimizar los aspectos negativos del manejo de los estiércoles de pollo frescos (John *et al.*, 1996). La tecnología de

deshidratación y granulación ha sido puesta en marcha por la empresa Aviporto S.L. (Portomarín-Lugo), que se dedica a la cría de pollos de engorde, para transformar el estiércol fresco que genera. Esta empresa tiene una capacidad productiva de un millón de pollos/año, que supone una producción de unos 2.100.000 kg de gallinaza/año. Uno de los abonos deshidratados y granulados que produce a partir del estiércol de pollo es el BIOF-1, de reciente introducción en el mercado.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la aplicación de BIOF-1 al comienzo de la estación de crecimiento en la producción de forraje en una pradera de raigrás y trébol blanco en comparación con el abonado nitrogenado mineral.

Material y métodos

Se estableció una pradera en otoño de 2001 en Goiriz (Villalba, Lugo) en un Umbrisol húmico (ISSS Working Group RB, 1998), de carácter ácido (saturación de Al 33 %), alto contenido en materia orgánica (16,2 %), elevada relación C/N (31,2), bajo contenido en P (7,4 mg/kg P-Olsen) y bien provisto en K (0,65 cmol(+)/kg). Antes de la implantación, el suelo mantenía una vegetación predominantemente arbórea y arbustiva, con pino, castaño, abedul, tojo y helechos.

Tras el desbroce y laboreo, el suelo se encaló con una dosis de 3 t/ha de caliza magnesiana y se abonó con 600 kg/ha de fertilizante mineral 5:15:13. La siembra se llevó a cabo con la siguiente mezcla: 40 kg/ha de *Lolium perenne* L. cv. 'Tove', 20 kg/ha de *Lolium hybridum* Hausskn. cv. 'Texy' y 6 kg/ha de *Trifolium repens* L. cv. 'Huia'. Las dosis de semilla fueron mayores que las recomendadas (Piñeiro Andión y Pérez Fernández, 1993) porque en el momento de la siembra algunos factores climáticos (viento, lluvia) fueron desfavorables.

La aplicación de nitrógeno al inicio de la estación de crecimiento se llevó a cabo comparando dos tipos de fertilización: una mineral que suministró 60 kg N/ha a partir de nitrato amónico cálcico (20,5 %N) y otra orgánica aplicando 4500 kg BIOF-1/ha. Para ello, en marzo de 2002, se delimitaron sobre el terreno 8 subparcelas de 3 x 1,3 m, separadas por pasillos de 1,65 m, en las que se establecieron al azar cuatro parcelas por tratamiento fertilizante (mineral y BIOF-1). Las principales características del abono BIOF-1 fueron: humedad 12,4 %, contenido en materia orgánica 63,5 %, 3,6 % en N, 1,7 % en P y 2,8 % en K.

El forraje se cortó el 30 de mayo mediante motosegadora de 1,3 m de anchura de corte, dejando una altura residual de 5 cm. El forraje de cada parcela se pesó en fresco *in situ* mediante un dinamómetro y se tomaron muestras de 500-1000 g para llevar a cabo las determinaciones de peso seco y de composición botánica, tras secado en estufa a 70 ºC durante 48 h. Para caracterizar la composición botánica, se separaron en el forraje de cada muestra gramíneas, el trébol blanco, plantas de otras familias y el material senescente. Tras el corte, se aplicaron 30 kg N/ha en las parcelas de mineral. El 17 de julio se cortó de nuevo el forraje. La pradera se cortó por tercera vez el 6 de noviembre. Tanto en el corte de julio como en noviembre se determinaron los pesos frescos, secos y la composición botánica del forraje de cada parcela.

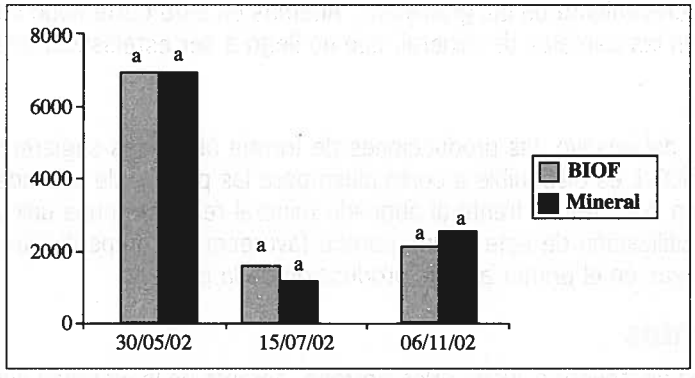
Se presentan por tanto los resultados correspondientes al primer año (2002) de producción de la pradera.

Resultados y discusión

En el primer corte, realizado en mayo, no hubo diferencias significativas en la producción de forraje entre las parcelas fertilizadas con BIOF-1 y las que recibieron el abonado mineral (Figura 1). Esto coincide con los resultados obtenidos por otros autores que compararon el efecto del estiércol de pollo fresco con el de la fertilización mineral en la producción de praderas (Robinson et al., 1994; Evers, 1998; Smith y Chambers, 1999). Además el forraje estuvo compuesto mayoritariamente por las gramíneas sembradas, mientras que los porcentajes de trébol no superaron el 5 % en ninguno de los tratamientos fertilizantes. Dado que la mineralización del N orgánico en suelos ácidos

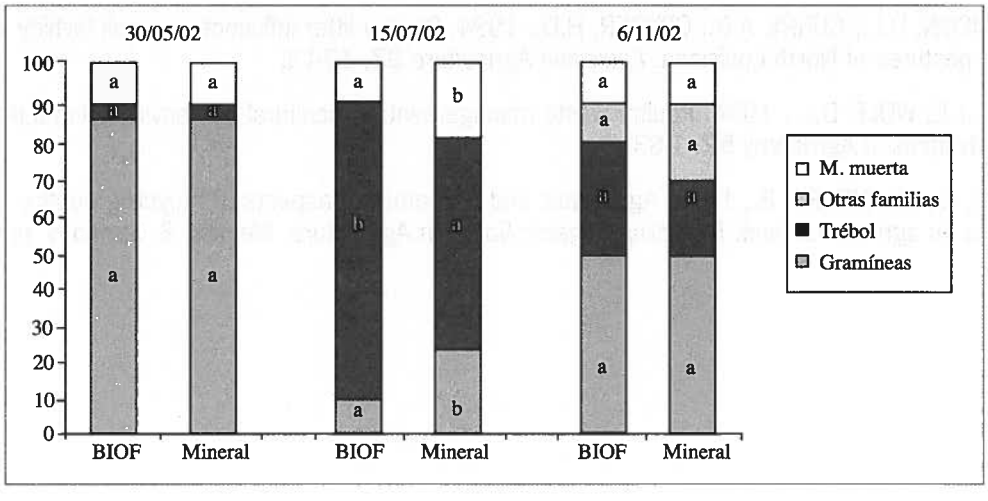
con una relación C/N elevada es muy baja, los resultados obtenidos sugieren que el N liberado por el abono orgánico y utilizado por los raigrases fue comparable al que se aportó a través del fertilizante mineral, lo que indicaría una buena disponibilidad de este elemento a corto plazo por parte del producto BIOF-1.

Figura 1: Producción en peso seco obtenida para ambos tratamientos en el año 2002. Para cada corte, barras encabezadas con la misma letra indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos para p<0,05.



La producción de forraje en el segundo corte estuvo en torno a sólo 1000 kg MS/ha en ambos tratamientos, siendo la de las parcelas BIOF-1 ligeramente superior a la de las que recibieron el abono mineral, aunque las diferencias no fueron significativas (Figura 1). En este caso, el forraje estuvo totalmente dominado en ambos tratamientos por el trébol blanco (Figura 2), cuyo crecimiento se vio favorecido por lluvias frecuentes desde el corte de mayo y una buena temperatura (la precipitación en junio fue de 61 mm y en julio de 28 mm; la temperatura media de las máximas en junio fue de 18,7 ºC y de 22,0 ºC en julio, y la temperatura máxima absoluta en junio fue de 31,2 ºC y en julio de 31,0 ºC), que probablemente impidió el desarrollo de los raigrases. En contraste con el primer corte, en el segundo se apreciaron diferencias significativas en la composición del forraje: las parcelas fertilizadas con BIOF-1 presentaron un mayor porcentaje de trébol y menor de gramíneas respecto a las que recibieron nitrato amónico cálcico. La inmediata disponibilidad del N presente en el abono mineral pudo haber permitido una mayor competitividad de las gramíneas frente al trébol. Por otra parte, el abono BIOF-1 no solo proporciona N, sino también una cantidad significativa de P y K, que pudieron actuar en sinergia con las condiciones ambientales para mejorar el desarrollo del trébol.

Figura 2: Composición botánica del forraje en los tratamientos mineral y orgánico en los cortes de mayo, julio y noviembre. Dentro de cada fecha de corte y para cada grupo botánico, barras que contienen distinta letra son significativamente diferentes entre tratamientos para p<0,05.



En el corte de otoño, la producción de forraje fue de unos 2000 kg MS/ha, tanto en las parcelas BIOF como en las de mineral (Figura 1), observándose un fuerte incremento de las gramíneas respecto al corte anterior, que alcanzaron porcentajes similares en los dos tratamientos fertilizantes (Figura 2). Gran parte de estas gramíneas eran espontáneas, estando representadas en su mayoría por especies del género *Agrostis*. Por tanto, estos resultados permiten suponer que el abono orgánico presentó un efecto residual, dado que siguió suministrando N de forma similar al abonado mineral para el crecimiento de las gramíneas. Además en este corte hubo un descenso de trébol más acusado en las parcelas de mineral, que no llegó a ser estadísticamente significativo.

Conclusiones

En las condiciones del ensayo, las producciones de forraje obtenidas sugieren que el N mineralizado a partir del BIOF-1 es disponible a corto plazo para las plantas de la pradera, indicando que puede ser un abono competitivo frente al abonado mineral realizando una única aplicación anual. Por otra parte, la utilización de este abono parece favorecer la competitividad del trébol blanco frente a las gramíneas en el primer año de producción de la pradera.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a Juan Carlos Serrano, gerente de la empresa Aviporto S.L., el facilitar el abono necesario para la realización de los ensayos, así como a Moisés Carballeira, la disponibilidad de sus terrenos. También agradecemos a Cristina Vázquez y Susana Dopico por su asistencia técnica en el procesado de muestras. Este trabajo ha sido financiado por el Plan Galego de Investigación, Desenvolvemento e Innovación Tecnolóxica (proyecto PGIDT01AGR02E).

Referencias bibliográficas

EUROSTAT, 2000. Statiscal office of the European Communities. http//www.europa.eu.int

EVERS, G.W., 1998. Comparison of broiler poultry litter and comercial fertilizer for coastal bermudagrass production in the southeastern US. *Journal of Sustainable Agriculture* **12**, 55-77.

ISSS WORKING GROUP RB, 1998. World reference base for soil resources. World Soil Resources Report No. 84. FAO-ISRIC-ISSS-AISS-IBG. FAO, Roma.

JOHN, N.M.; ADEOYE, G.O.; SRIDHAR, M.K.C., 1996. Compost pelletization eases and use in Nigeria. Biocycle **37 (6)**, 55-56.

PIÑEIRO ANDIÓN, J.; PÉREZ FERNÁNDEZ, M., 1993. Mezclas pratenses para la España húmeda. Hoja Divulgadora 8/92 HD. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

ROBINSON, D.L.; CURRY, A.B.; GRYDER, H.D., 1994. Poultry litter influences on soil fertility levels in pastures of North Louisiana. *Louisiana Agriculture* **37**, 12-13.

SIMS, J.T.; WOLF, D.C., 1994. Poultry waste management: agricultural and environmental issues. *Advances in Agronomy* **52**, 1-83.

SMITH, K.; CHAMBERS, B., 1999. Agronomic and enviromental aspects of recycling poultry manures on agricultural land. *Recycling Organic Soilds in Agriculture. Meeting 2.* Germany. pp5.

USE OF DRIED PELLETIZED BROILER LITTER FOR FERTILIZING SOWN MEADOWS IN GALICIA.

SUMMARY

Drying and pelletizing of broiler litter minimize problems of storage and ease transport and application of this manure in agricultural soils. The effects of BIOF-1 (a commercial fertilizer made of dried and pelletized broiler litter) on the forage production of a perennial ryegrass/hybrid ryegrass/white clover sward were studied in comparison with those of a mineral N fertilizer (90 kg N/ha). A single application of the organic fertilizer was carried out at the beginning of the growing season, while the mineral nitrogen was fractionated. The sward had been established in the autumn, liming the cultivated soil to neutralize acidity and supplying a mineral NPK fertilizer before sowing. In all three forage cuts carried out (in may, july and november), no differences in forage production were found between BIOF-1 and mineral fertilized plots, suggesting that the N released by the organic fertilizer BIOF-1 was readily available for the sward plants in the short term. Forage of BIOF-1 plots cut in july and november presented a higher clover content than the mineral ones.

Key words: botanical composition, forage production, nitrogen fertilization, organic fertilization.

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE YESO Y FÓSFORO EN LOS PASTOS MEJORADOS SOBRE SUELOS DE RAÑAS Y RAÑIZOS DE LA SIBERIA EXTREMEÑA (BADAJOZ)

L. Olea, L. Coreto, R.J. López Bellido, J. Viguera, E. Ferrera y M.J. Poblaciones.

Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Ctra. de Cáceres s/n. 06071. Badajoz (España).

Resumen

La roca fosfórica y el yeso son utilizados como posibles alternativas al superfosfato de cal en los suelos de Rañas y Rañizos de la Siberia Estremeña (NE de Extremadura, España). Un estudio de campo de dos años fue llevado a cabo para determinar el efecto de la introducción de una mezcla de pratenses, la aplicación de yeso y la fertilización fosfórica (roca fosfórica y superfosfato de cal) sobre la composición botánica del pasto, la cobertura del suelo, la producción de biomasa, la proteína bruta y la fibra bruta en condiciones reales de pastoreo. Los resultados mostraron que la introducción de la mezcla de pratenses y la aplicación de yeso no afectaron significativamente a los parámetros estudiados. Por otra parte, no hubo ninguna diferencia entre la roca fosfórica y el superfosfato de cal, excepto para el porcentaje de leguminosas, el cual fue mayor para el superfosfato de cal. Los resultados sugieren que la roca fosfórica debe representar una alternativa al superfosfato de cal, sin embargo, podría ser necesario un estudio a largo plazo para reforzar esta conclusión.

Palabras clave: Dehesa, trébol, raygrass, *Medicago polymorpha*, dactilo.

Introducción

Las sierras de la zona N. E. de Badajoz, denominada "Siberia Extremeña", son abundantes en áreas cuarcíticas acompañadas de un amplio cortejo de formaciones de rañas y rañizos, que originan suelos que van de ácidos a muy ácidos. La actividad agrícola de dicha zona se caracteriza por una productividad baja, por lo que, como casi siempre en estas situaciones, su aprovechamiento se limita a la ganadería extensiva, tanto domestica como cinegética.

El uso de los suelos del complejo raña-rañizo es muy problemático, debido a la presencia de aluminio en el complejo de cambio en niveles tóxicos, al contenido extremadamente bajo en bases de cambio y a la reducida disponibilidad de fósforo, particularmente en los horizontes subsuperficiales. Estudios precedentes han mostrado el efecto beneficioso que tiene sobre estos suelos la aplicación de fosfatos (Olea *et al.*, 1989) y yeso (Vizcaíno *et al.*, 2001) en la producción de biomasa. Según Viguera *et al.* (1999), las fosforitas naturales micronizadas y peletizadas, se han mostrado eficaces en la mejora de la cantidad y de la calidad de los pastos de este tipo de suelos, así como, en el aumento de la cobertura vegetal, lo que disminuye el riesgo de erosión.

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la aplicación de yeso y/o fosforitas naturales sobre pastos naturales fertilizados y la introducción de una mezcla de pratenses sobre la composición botánica, cobertura del suelo, producción de biomasa y calidad del pasto.

Material y métodos

El experimento se realizó durante los años 2000-01 y 2001-02 en el término municipal de Navalvillar de Pela (Badajoz) en el interior de una cerca de 6 ha. La cerca fue fertilizada para evitar una concentración de ganado en el experimento. El pastoreo fue continuo-diferido (Olea y Paredes, 1997). El diseño experimental fue de parcelas sub-subdivididas con 4 repeticiones. La parcela principal fue la introducción o no de una mezcla de pratenses; la sub-parcela aplicación o no de yeso (3500 kg ha^{-1} de yeso con un contenido de calcio del 22,5 % el primer año); y la sub-subparcela la aplicación de 36 UF P_2O_5 $ha^{-1}año^{-1}$, en forma de superfosfato de cal (18 %) o roca fosforica micronizada y peletizada (26 %). La mezcla de pratenses se introdujo en otoño del primer año, y estuvo formada por: 2 kg ha^{-1} de *Trifolium subterraneum* ssp. *brachycalycinum* cv 'Rosedale'; 2 kg ha^{-1} (de cada cv) *Trifolium subterraneum* ssp. *subterraneum* cv 'York', 'Dalkeith', 'Junee' y 'Campeda'; 1,5 kg ha^{-1} de *Trifolium hirtum* cv 'Hykon'; 1,5 kg ha^{-1} de *Trifolium fragiferum* cv 'Palestine'; 2 kg ha^{-1} de *Trifolium resupinatum* cv 'Kiambro'; 3 kg ha^{-1} de *Trifolium vesiculosum* cv 'Arrowleaf'; 3 kg ha^{-1} de *Trifolium balansa* cv 'Bolta'; 2,5 kg ha^{-1} (por cada cv) de *Medicago polymorpha* cv 'Santiago' y 'Serena'; 4 kg ha^{-1} de *Lolium rigidum* cv 'Wimmera'; 4 kg ha^{-1} de *Lolium perenne* cv 'Victoria'; y 4 kg ha^{-1} de *Dactylis glomerata* cv 'Currie'.

Para cada año y tratamiento se determinó la composición botánica del pasto, la cobertura vegetal, la producción de biomasa, la proteína bruta y la fibra bruta. La composición botánica se determinó los dos años de estudio en mayo, lanzando 4 veces al azar, en cada parcela, un marco de 25 x 25 cm. Siguiendo el mismo proceso se estimó la cobertura vegetal en diciembre del segundo año. Las especies botánicas se dividieron en tres grupos: leguminosas, gramíneas y otras. La producción de biomasa se calculó realizando un muestreo de 4 marcos de 50 x 50 cm en cada parcela. La proteína bruta se determinó mediante espectroscopia de infrarrojo cercano, utilizando IA 500 Bran + Luebbe. La fibra bruta se determinó por medio del Fiber Analyzer Ankom 8-98. También se determinó el pH, materia orgánica, K, P y Ca del suelo al inicio del experimento (octubre 2000) y dos años después (octubre 2002). Al inicio del experimento se tomaron 8 muestras de suelo del área del experimento, mientras que a los dos años se tomaron muestras de cada parcela.

Todos los parámetros estudiados, excepto los del suelo, fueron sometidos a un análisis de la varianza, comparándose sus medias mediante el test de mínima diferencia significativa (LSD). Ninguna de las interacciones posibles fue significativa. Para estos cálculos su utilizó el programa estadístico Statistix 7.0 (Analytical Software, Tallahassee, 2001).

Resultados y discusión

Condiciones climáticas

Los años de estudio fueron bastante similares al año medio (Tabla 1). En 2001-02 fue algo más lluvioso que 2000-01, especialmente en invierno, lo que provocó el menor frío invernal.

Tabla 1: Precipitación anual, temperatura media de mínimas del mes más frío (m) y temperatura media anual (M) en Navalvillar de Pela (Badajoz).

	Precipitación anual (mm)	m (ºC)	M (ºC)
2000 - 2001	652	5,0	17,7
2001 - 2002	553	3,6	17,0
Media de 50 años	566	3,3	16,8

Propiedades del suelo

Las características edafológicas del suelo en el inicio del experimento y a los dos años muestran que el pH no ha sufrido variación, pero ha habido un aumento de la fertilidad del suelo en general, por el aumento de la materia orgánica, fósforo y calcio (Tabla 2). El hecho de no mostrar el análi-

sis del suelo por tratamiento a los dos años de inicio del experimento, es debido a que no existieron diferencias, aunque si las hubo en el contenido de calcio, siendo mayor en las que recibieron yeso.

Tabla 2: Propiedades edáficas del suelo al inicio del experimento y dos años después en Navalvillar de Pela (Badajoz).

Parámetro	Octubre 2000	Octubre 2002
pH en agua	5,7	5,7
Materia Orgánica (%)	1,4	2,2
K (meq/100 g)	0,6	0,5
P (Olsen, ppm)	3,0	5,1
Ca (meq/100 g)	2,6	3,6

Composición botánica del pasto

La proporción de leguminosas (16-23 %) y de gramíneas (≈ 28 %) está dentro de los niveles aceptables como un pasto de calidad media (Tabla 3). Según Olea y Viguera (1998) el valor medio para la zona, después de 6 años de experimentación de un pasto sin mejorar, es del 4 % de leguminosas, 12 % de gramíneas y 84 % de otras especies. No existieron diferencias significativas en la composición botánica para el tipo de pasto y aplicación de yeso en los dos años de estudio (Tabla 3). Sin embargo, si existieron diferencias significativas en el porcentaje de leguminosas para la fertilización fosfórica, siendo mayor en el superfosfato de cal.

Tabla 3: Composición botánica del pasto en primavera en los años 2001 y 2002 en Navalvillar de Pela (Badajoz).

Tratamientos	Leguminosas			Gramíneas			Otras		
	2001	2002	Media	2001	2002	Media	2001	2002	Media
Tipo de pasto									
Natural	17a*	16a	17a	34a	25a	29a	49a	59a	54a
Introducido	15a	21a	18a	36a	15b	26a	48a	61a	56a
Aplicación de yeso									
Ninguna	16a	22a	19a	36a	20a	28a	48a	53a	53a
3500 Kg ha^{-1}	16a	15a	16a	34a	19a	27a	49a	57a	57a
Fertilización fosfórica									
Superfosfato de cal (18%)	21a	26a	23a	39a	17a	28a	40b	57b	49a
Roca fosfórica (26%)	14b	20a	17b	35a	20a	27a	51a	61a	56a

* Letras diferentes representan la existencia de diferencia significativa al 95% de probabilidad. Valores expresados en %.

Cobertura vegetal

Los datos de cobertura vegetal en invierno del segundo año, época de máximo riesgo de erosión hídrica en la dehesa (Olea y López-Bellido, 2001; Bernet, 1995), se muestran en la tabla 4. Pueden apreciarse que no hay diferencias significativas entre los distintos tratamientos, presentando niveles muy buenos para estos pastos de dehesa, y siempre por encima de los niveles de riesgo marcados por Olea y López-Bellido (2001) para estos pastos mediterráneos.

Producción y calidad del pasto

En la tabla 5 se muestran los resultados de producción en cantidad y en calidad (proteína bruta y fibra bruta) media de las dos primaveras. De acuerdo con trabajos realizados en la misma zona por Olea *et al.* (1988) y Olea *et al.* (1989), la producción y la calidad de un pasto sin mejorar son: 868 kg ha^{-1} $año^{-1}$, 6,9 % de proteína y 43 % de fibra. Los valores medios obtenidos en este expe-

rimento muestran el efecto positivo que tienen las mejoras sobre la producción y calidad del pasto (Tabla 5). También puede apreciarse que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, no produciendo ningún efecto la introducción de especies, la aplicación de yeso o la fertilización fosfórica.

Tabla 4: Cobertura vegetal en diciembre de 2001 en Navalvillar de Pela (Badajoz).

Tratramiento	Cobertura vegetal (%)
Tipo de pasto	
Natural	88a*
Introducido	90a
Aplicación de yeso	
Ninguna	89a
3500 Kg ha^{-1}	88a
Fertilización fosfórica	
Superfosfato de cal (18%)	89a
Roca fosfórica (26%)	90a

* Letras diferentes representan la existencia de diferencia significativa al 95% de probabilidad.

Tabla 5: Producción y calidad del pasto en primavera en Navalvillar de Pela (Badajoz). Datos medios de los años 2000-01 y 2001-02.

Tratamientos	Kg M.S./ha	Proteina bruta (%)	Fibra bruta (%)
Tipo de pasto			
Natural	1448a*	8,6a	32,5a
Introducido	1509a	8,6a	32,0a
Aplicación de yeso			
Ninguna	1475a	8,7a	32,0a
3500 Kg ha^{-1}	1492a	8,6a	32,5a
Fertilización fosfórica			
Superfosfato de cal (18%)	1511a	8,8a	32,0a
Roca fosfórica (26%)	1512a	8,6a	32,5a

* Letras diferentes representan la existencia de diferencia significativa al 95% de probabilidad.

Conclusiones

De los resultados expuestos pueden deducirse algunas conclusiones, sin embargo será necesario realizar una experimentación más a largo plazo para afianzarlos. Los tratamientos de mejora aplicados (introducción de una mezcla de pratenses, aplicación de yeso y fertilización fosfórica) mejoran sustancialmente la fertilidad del suelo, composición botánica, cobertura vegetal, producción y calidad del pasto respecto a los datos de pastos sin mejorar aportados por otros autores. Sin embargo, no existen diferencias entre ninguna de las opciones planteadas. A la vista de esto, la mejora a aplicar debería ser la fertilización fosfórica de un pasto natural, ya que las demás alternativas sólo supondrán un mayor consumo de inputs, sin repercutir en la producción y calidad. La elección del fertilizante fosfórico es indiferente, aunque la utilización de la roca fosfórica, junto con otras prácticas, puede permitir a una explotación recibir una subvención por producción ecológica.

Referencias bibliográficas

ANALYTICAL SOFTWARE. 2001. Statistix 7.0. Tallahassee, USA.

BERNET, R. 1995. La cubierta herbácea en sistemas de dehesa degradados. En Conexiones entre vegetación y erosión. Universidad de Extremadura, Badajoz (España), 10-11.

OLEA, L.; LÓPEZ-BELLIDO, R.J., 2001. El ecosistema dehesa: Producción y conservación. En Producción de pastos extensivos (eds. J. Piñeiro Andino y N. Díaz Díaz). C.G.I.T.A. Consellería de Agricultura, Ganadería e Política Agroalimentaria, Lugo (España), 61-79.

OLEA, L; PAREDES, J., 1997. Influencia de la superficie disponible y del tamaño del rebaño en los pastos mejorados y en la producción de la dehesa del S.O. de España. Pastos, **XXVII(2),** 219-247.

OLEA, L; PAREDES, J; VERDASCO, M. P., 1988. Mejora de pastos de la dehesa del S.O. de la Península Ibérica. M.A.P.A.: SEA. Hoja divulgativa. 17/88HD.

OLEA, L.; PAREDES, J.; VERDASCO, P., 1989. Características productivas de los pastos de la dehesa del S.O. de la Península Ibérica. *II Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes SEEP-SPPF.* SEEP-SPPF. Elvas-Badajoz. 147-172.

OLEA, L.; VIGUERA, F.J., 1998: Pastizales y Cultivos en la dehesa. *Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.* 95-114. Ed. Agricultura española. Madrid (España).

VIGUERA, F.; PASCUAL, M.J.; OLEA, L.; MARTÍN, J.A.; FERRERA, E.; COLETO, J.M. Y BARTOLOMÉ, T., 1999. Calidad de los henos producidos en la dehesa de Extremadura. *XXXIX Reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos,* 297-303 Ed. SEEP. Almería (España).

VIZCAÍNO, C; GARCÍA-GONZÁLEZ, M.T.; FERNÁNDEZ-MARCOTE,Y.; SANTANO, J., 2001.

Extractable forms of Al as affected by gypsum and lime amendments to an acid soil.

Communications in Soil Science and Plant Analysis, **32**, 2279-2292.

SUMMARY

The phosphorite rock and gypsum are used like possible alternatives to calcium superphosphate (18 %) in "rañas" and "rañizos" soils of the "Siberia Extremeña" (NW of Extremadura, Spain). Two-year field study was carried out to determine the effect of introduction of grass mixture, application of gypsum, and P fertilization (phosphorite rock and calcium superphosphate) on botany composition of grass, ground cover, biomass yield, crude protein, and crude fiber under real grazing conditions. The results showed that the introduction of grass mixture and application of gypsum did not significantly influence on all the studied parameters. Moreover, there was no difference among phosphorite rock and calcium superphosphate, except for percentage of legumes, it was larger for calcium superphosphate. These results suggest that phosphorite rock may represent an alternative to calcium superphosphate, however, a long-term study could be required to support this conclusion.

Key words: *Dehesa, clover, ryegrass, burclover, orchardgrass.*

CAPACIDAD DE REBROTE OTOÑAL DE ESPECIES DE PRADOS DE LA MONTAÑA DE LEÓN. EFECTO DEL MODO DE APROVECHAMIENTO Y DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL

R. García y A. Calleja.

Dpto. de Producción Animal I. Universidad de León. 24071 León.

Resumen

Se estudia la capacidad de rebrote de 17 especies, características de prados de la Montaña de León, sometidas a dos tipos de aprovechamiento (dos frente a tres siegas) y a una fertilización NPK, con cuatro dosis de cada uno de ellos. Los resultados resumen el comportamiento de estas especies tras diez años de experiencia con cada sistema de manejo.

El paso de dos a tres siegas hace disminuir, significativamente, la presencia de *Cynosurus cristatus* y *Ranunculus acris*; reduce el rebrote de *Taraxacum officinale*, *Rumex crispus*, *Poa trivialis* y *Anthoxanthum odoratum* y lo incrementa en *Plantago lanceolata*, *Trifolium repens*, *Trisetum flavescens*, *Holcus lanatus*, *Dactylis glomerata* y *Festuca pratensis*.

La fertilización nitrogenada incide positivamente en los rebrotes de *Lolium perenne*, *R. acris* y *P. trivialis* mientras que, en el sistema de dos cortes, fue negativa para *T. repens*. El aporte de fósforo incrementó los rebrotes de *D. glomerata*, *P. lanceolata*, *A. odoratum* y *C. cristatus*. La fertilización con potasio sólo afectó negativamente a *T. flavescens* con las dosis intermedias y mayores, en el sistema de tres cortes.

Palabras clave: siega, nitrógeno, fósforo, potasio.

Introducción

La comunidad vegetal *Cynosurion cristati* es la más característica de los fondos de valle de la vertiente sur de la cordillera cantábrica, consta de un número relativamente moderado de especies, 16-35 (Pérez, 1991), pero suficientes para que sea una comunidad versátil, capaz de asegurar una producción y una calidad suficiente frente a cambios introducidos por el hombre.

La dinámica de las poblaciones herbáceas en zonas de montaña ha sido objeto de numerosos trabajos (Ammar *et al.*, 1999; Peeters, 1995) y en todos ellos subyace el objetivo de precisar aquellas condiciones susceptibles de mejorar la producción forrajera de los prados y el aprovechamiento más racional de los mismos.

El modo de explotación y el aporte de fertilizantes, utilizados tradicionalmente, son factores que afectan a la variedad de componentes específicos y a su importancia en el forraje. El mantenimiento de condiciones idénticas a lo largo de un periodo amplio de tiempo, 10 años, permite alcanzar un equilibrio específico suficientemente importante, una vegetación florísticamente homogénea, con predominio de unas especies en detrimento de otras.

La producción de primavera es esencial para el almacenamiento de heno, sin embargo la producción de otoño, 20-30 % del total (Rodríguez *et al.*, 1996) es especialmente importante por su calidad.

Este trabajo, aporta información sobre la capacidad de rebrote de las especies de nuestros prados, información detallada sobre esta respuesta agronómica que nos permite prever las modificaciones de la vegetación que resultan de las intervenciones humanas.

Material y métodos

La experiencia se realizó en 64 parcelas de un prado de regadío de la Montaña de Riaño que, desde 1978, se fertiliza anualmente con N (0, 60,120 y 180 kg ha^{-1}), con P_2O_5 (0, 80, 160 y 240 kg ha^{-1}) y K_2O (0, 60,120 y 180 kg ha^{-1}) de acuerdo con un diseño factorial 4^3 (Rodríguez *et al.*, 1980). La fertilización se efectuó de una sola vez y a la salida del invierno. El riego normalmente no es necesario antes del primer aprovechamiento. De acuerdo con el primer análisis edáfico realizado tenía un pH ligeramente ácido (6,2), buenos contenidos en materia orgánica (12,27 %) y nitrógeno (0,624 %) siendo pobre en fósforo (175 kg ha^{-1} de P_2O_5) y potasio (340 kg ha^{-1} de K_2O).

Durante los diez primeros años se practicó un sistema de aprovechamiento de dos siegas al año (finales de junio y principios de septiembre) para pasar, posteriormente, a un aprovechamiento de tres siegas al año (principios de junio y mediados de julio y septiembre).

Al final de cada periodo de 10 años se realizó una separación manual hasta nivel de especie a partir de 1-2 kg de forraje del primer corte de primavera y del último de septiembre ("rebrote de otoño"). Se secó en estufa hasta peso constante para obtener el porcentaje, en materia seca, de cada especie en la muestra original. El total de parcelas separadas ha sido de 128 (64x2) en cada uno de los sistemas de aprovechamiento.

Como la proporción de una especie en otoño depende de su abundancia previa en el corte de primavera, se utilizó un "*índice de rebrote*" como estimación del mismo de una especie.

Índice de rebrote = porcentaje de la especie en otoño/porcentaje en primavera.

La distribución no normal de los datos y la imposibilidad de alcanzarla mediante transformaciones, nos obligó a utilizar tratamientos estadísticos no paramétricos, programas FREQ y NPAR1WAY del paquete SAS (SAS, 1989).

Para las especies más abundantes, con una biomasa superior al 1 % del total de la muestra, los intervalos de índices de rebrote que se han utilizado fueron:

A: porcentaje de la especie en el rebrote inferior a la del corte de primavera.

B: porcentaje de la especie en el rebrote superior al de primavera, sin llegar a duplicarlo.

C: porcentaje de la especie del rebrote que duplica, al menos, el de primavera.

Y para el resto, especies menos productivas con una biomasa inferior al 1 % del total de la muestra, los intervalos han sido los siguientes:

a: porcentaje de la especie del rebrote por debajo del 1 % de la biomasa de primavera.

b: porcentaje de la especie del rebrote entre el 1% y el 20 % del obtenido en el corte de primavera.

c: porcentaje de la especie del rebrote por encima del 20% del de primavera.

Resultados y discusión

En la tabla 1 se muestran las especies que forman la base florística en cada uno de los sistemas de aprovechamiento e incluye nueve gramíneas, dos leguminosas y seis componentes de otras familias botánicas. En conjunto superan, como media, el 93 % de la biomasa de la otoñada.

Tabla 1: Base florística: porcentaje de biomasa, producción, índice de rebrote y número de parcelas con presencia de especies en cada sistema de aprovechamiento (2 vs 3cortes).

	% Biomasa (1)	Producción g/m² de MS	Índice de rebrote (2)	2C	3C
Especies productivas					
Dactylis glomerata	32,7±1,6	78,0±3,7	2,55±0,25	64	64
Holcus lanatus	12,6±0,7	29,6±1,8	1,05±0,11	64	64
Lolium perenne	1,0±0,0	2,6±0,1	0,6±0,2	64	64
Trifolium pratense	3,4±0,5	8,9±1,6	11,04±3,07	48	55
Trifolium repens	10,6±0,8	28,9±3,0	6,33±1,93	62	64
Plantago lanceolata	11,5±0,9	28,3±2,6	15,26±3,29	61	64
Ranunculus acris	4,2±0,5	12,9±1,6	7,74±2,72	64a	49b
Rumex acetosa	1,2±0,4	3,1±0,9	11,61±8,79	61	58
Rumex crispus	1,5±0,3	4,5±1,1	0,54±0,11	64	61
Taraxacum officinale	13,3±0,9	38,0±2,9	22,64±6,58	64	64
Especies no productivas					
Anthoxanthum odoratum	0,1±0,0	0,1±0,0	0,07±0,01	55	52
Arrhenatherum elatius	0,5±0,0	1,4±0,3	0,70±0,44	58	57
Cynosurus cristatus	0,1±0,0	0,1±0,0	0,06±0,02	47a	32b
Festuca pratensis	0,9±0,2	2,5±0,5	0,21±0,05	63	59
Poa trivialis	0,1±0,0	0,1±0,0	0,05±0,01	61	61
Trisetum flavescens	0,3±0,1	0,7±0,1	1,15±0,34	50	44

(1) % de biomasa en septiembre (rebrote). (2) Índice de rebrote=% biomasa de septiembre/% biomasa de primavera. 2C y 3C= Sistemas de aprovechamiento de dos y de tres cortes. Significación, $p < 0,05$ (*) con el test de Wilcoxon.

El paso de un sistema de aprovechamiento menos intensivo (dos cortes) a otro más intensivo (tres cortes) reduce significativamente la presencia de *C. cristatus* y *R. acris;* favoreciendo, aunque no significativamente, la presencia de ambos tréboles en mayor número de parcelas.

En el forraje del rebrote destaca *D. glomerata* con el mayor porcentaje de biomasa (32,7 %) y con mayor producción (78 g m^{-2}) seguido de las especies: *T. officinale, H. lanatus, P. lanceolata* y *T. repens* con porcentajes del 13,3 %; 12,6 %; 11,5 % y 10,6 % y producciones que superan los 28 g m^{-2}.

Capacidad de rebrote

1. Especies productivas:

Se incluyen aquellas que contribuyen al menos con el 1% de la producción: *D. glomerata, H. lanatus, L. perenne, Trifolium pratense, T. repens, P. lanceolata, R. acris, Rumex acetosa, R. crispus* y *T. officinale.* El comportamiento de estas especies con respecto al sistema de aprovechamiento se describe en la tabla 2.

Al intensificarse el sistema de aprovechamiento, el índice de rebrote de *R. crispus* y *T. officinale* disminuye y por lo tanto el porcentaje de parcelas en las que la biomasa del rebrote era superior a la del corte de Junio es menor. Este comportamiento ya descrito en el rumex (González y Piñeiro, 1998) no se había manifestado con el diente de león, que en nuestra experiencia, muestra menor capacidad de rebrote que otras especies más sensibles a la luz como los tréboles y el llantén.

El paso de dos a tres cortes favorece a ambos tréboles, *H. lanatus, D. glomerata* y *P. lanceolata;* si bien el comportamiento de las leguminosas es diferente entre si, mientras que *T. pratense* redu-

ce el rebrote en las parcelas donde era muy elevado, *T. repens* lo incrementa en las parcelas donde era menor. Parece confirmarse que el sistema de aprovechamiento óptimo de tres siegas para trébol blanco (Klapp, 1987) no es tan favorable, como también describe Pérez (1989), para el trébol violeta.

Tabla 2: Intervalos de los índices de rebrote según el sistema de aprovechamiento utilizado (2 vs 3 cortes).

	2C				3C				
Especies	n	A	B	C	n	A	B	C	Sig
D. glomerata	64	17	42	41	64	5	39	56	*
H. lanatus	64	92	6	2	64	38	39	23	*
L. perenne	64	61	17	22	64	64	20	16	NS
T. pratense	48	35	8	56	55	40	25	35	*
T. repens	62	15	16	69	64	3	33	64	*
P. lanceolata	61	10	11	79	64	2	28	70	*
R. acris	64	38	19	43	49	22	22	56	NS
R. acetosa	61	59	20	21	58	66	23	12	NS
R. crispus	64	81	5	14	61	92	8	0	*
T. officinale	64	2	0	97	64	14	23	63	*

2C y 3C= Sistemas de aprovechamiento de dos y de tres cortes. n = número de muestras. Sig = (*) $p<0,05$, test de Wilcoxon. A = % de biomasa menor que en primavera. B = % igual o mayor que en primavera, pero sin llegar a duplicarlo. C = % de biomasa en el rebrote duplica el de primavera.

Con respecto a la fertilización, tabla 3, *T. repens* sólo muestra un descenso del rebrote con la dosis mayor de nitrógeno (180 kg ha^{-1}) y en el sistema de dos aprovechamientos, aunque en este tipo de prados, se considera que el efecto de este fertilizante es siempre negativo (Denudt, 1980; Vivier, 1971), posiblemente la acción prolongada de los factores antrópicos, abonado y ritmo de explotación, favorezca la presencia de ecotipos adaptados a este manejo (Delpech, 1982). Independientemente del sistema de aprovechamiento *L. perenne* incrementa su índice de rebrote con la dosis mayor de nitrógeno (180 kg ha^{-1}) y *R. acris* con la dosis intermedia del mismo (120 kg ha^{-1}).

D. glomerata y *P. lanceolata* se incrementan con las dosis de fertilización fosfórica en los sistemas de dos y tres cortes, respectivamente. Ambas especies están perfectamente adaptadas a los dos sistemas de aprovechamiento, el nitrógeno no se muestra limitante (Rodríguez *et al.*, 2000; Pérez, 1989) mientras que las deficiencias iniciales de fósforo en el suelo permiten respuestas positivas con su aporte.

Tabla 3: Intervalos de los índices de rebrote (porcentaje sobre el total de parcelas) de acuerdo con el fertilizante, dosisempleada y sistema de aprovechamiento.

	N0			N1			N2			N3				
Especies	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	Sig.	S. Aprov.
T. repens	0	25	75	19	6	75	6	6	88	36	28	36	*	2C
L. perenne	50	31	19	66	16	18	85	6	9	50	22	28	*	2C+3C
R. acris	63	15	22	26	29	45	19	11	70	18	25	57	*	2C+3C
	P0			P1			P2			P3				
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
D. glomerata	31	56	13	19	44	37	19	38	43	0	31	69	*	2C
P. lanceolata	6	63	31	0	25	75	0	13	87	0	13	87	*	3C

N0 (sin nitrógeno) N1 (60 kg ha^{-1}) N2 (120 kg ha^{-1}) N3 (180 kg ha^{-1}). Sig = (*) $p<0,05$, test de Kruskal-Wallis P0 (sin fósforo) P1 (80 kg ha^{-1}) P2 (160 kg ha^{-1}) P3 (240 kg ha^{-1}). 2C (dos cortes) 3C (tres cortes). A = % de biomasa menor que en primavera. B = % igual o mayor que en primavera, pero sin llegar a duplicarla. C = % de biomasa que duplica, al menos, el de primavera.

2. Especies poco productivas:

Con porcentajes de materia seca inferiores al 1 %, encontramos: *A. odoratum, Arrhenatherum elatius, C. cristatus, F. pratensis, P. trivialis* y *T. flavescens.*

Una intensificación del aprovechamiento, paso de dos a tres cortes (tabla 4), favorece, significativamente, el rebrote de *T. flavescens* y *F. pratensis*; por el contrario esta intensificación no lo hace con *P. trivialis* ni con *A. odoratum* que lo reducen sustancialmente. Con respecto a la fertilización (tabla 5). El índice de rebrote de *P. trivialis* mejora con el aporte de nitrógeno en el sistema de dos cortes, efecto conocido en otras subespecies con mayor número de tallos secundarios (Klapp, 1987) y que parece confirmarse también en la subespecie *trivialis* presente en este trabajo. El fósforo, independientemente de las dosis utilizadas, tiene también un efecto positivo con *A. odoratum* y *C. cristatus* en ambos sistemas de aprovechamiento; la consideración general de que no tienen requerimientos especiales de abonado (Vivier, 1971) o que incluso favorecen su retroceso (Klapp, 1987) debería reconsiderarse como ya señalaban Pérez *et al.* (1995). El potasio en dosis medias y altas reduce el índice de rebrote de *T. flavescens*, si bien únicamente las diferencias son significativas en el sistema de tres cortes.

Tabla 4: Intervalos de los índices de rebrote según el sistema de aprovechamiento utilizado (2 vs 3 cortes).

	2C				3C				
Especies	n	a	b	c	n	a	b	c	Sig.
A. odoratum	55	10	64	26	52	38	33	29	*
A. elatius	58	40	28	32	57	23	32	45	NS
C. cristatus	47	55	27	33	32	41	41	18	NS
F. pratensis	63	51	27	22	59	42	14	44	*
P. trivialis	61	18	52	29	61	67	20	13	*
T. flavescens	49	14	35	51	44	2	23	75	*

2C y 3C= Sistemas de aprovechamiento de dos y de tres cortes. n = número de muestras. Sig = (*) p<0,05. Test de Wilcoxon. a = % de biomasa menor del 1 % de la de primavera. b = % entre el 1-20% de primavera. c = % superior al 20% de primavera.

Tabla 5: Intervalos de los índices de rebrote (porcentaje sobre el total de parcelas) de acuerdo con el fertilizante, dosisempleada y sistema de aprovechamiento.

	N0			N1			N2			N3				
Especies	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	Sig.	S. Aprov. (2)
P. trivialis	44	25	31	13	60	27	0	87	13	13	40	47	*	2C
	P0			P1			P2			P3				
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c		
A. odoratum	25	75	0	8	69	23	0	50	50	0	57	43	*	2C
A. odoratum	94	6	0	23	46	31	10	45	45	8	42	42	*	3C
C. cristatus	81	19	0	33	44	33	38	31	31	17	59	24	*	2C+3C
	K0			K1			K2			K3				
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c		
T. flavescens	0	8	92	0	9	91	10	10	70	0	60	40	*	3C

N0 (sin nitrógeno) N1 (60 kg ha^{-1}) N2 (120 kg ha^{-1}) N3 (180 kg ha^{-1}). Sig = (*) p<0,05, test de Kruskal-Wallis. P0 (sin fósforo) P1 (80 kg ha^{-1}) P2 (160 kg ha^{-1}) P3 (240 kg ha^{-1}). S. Aprov. Sistema aprovechamiento. K0 (sin potasio) K1 (60 kg ha^{-1}) K2 (120 kg ha^{-1}) K3 (180 kg ha^{-1}). 2C (dos cortes) 3C (tres cortes). a = % de biomasa menor del 1% de la de primavera. b = % entre el 1-20% de primavera. c = % superior al 20% de primavera.

Conclusiones

Todas las especies excepto *R. acetosa* se han visto afectadas por la intensificación del aprovechamiento y por la fertilización.

El paso de dos a tres cortes, reduce significativamente la presencia de *C. cristatus* y *R. acris*; reduce el rebrote, sobre todo, de *T. officinale* y *R. crispus* y lo incrementa en *P. lanceolata* y *T. repens*.

La fertilización nitrogenada es muy favorable para el rebrote de *R. acris* y *L. perenne* y negativa, con dos cortes, para *T. repens*. El fósforo afecta preferentemente al rebrote de *P. lanceolata* y en menor medida a *D. glomerata*. El potasio sólo afecta negativamente a *T. flavescens* con las dosis medias-altas y en el sistema más intensivo.

Referencias bibliográficas

AMMAR, H.; LÓPEZ, S.; BOCHI, O.; GARCÍA, R.; RANILLA, MJ., 1999. Composition and in vitro digestibility of leaves and stems of grasses and legumes harvested from permanent mountain meadows at different stages of maturity. *J. Animal and Feed Sciences*, **8**, 599-610.

DELPECH, R., 1982. La végétation prairiale, reflet du milieu et des techniques. *Bulletin Technique dinformation du Ministère de l'Agriculture*, **370-372**, 363-373.

DENUDT, G., 1975. Essai de caracterisation de la flore et de la végétation prairiale à l'aide des teneurs minélales, Thèse. Université Catholique de Louvain.

GONZÁLEZ, E., PIÑEIRO, J., 1998. Efecto depresivo sobre raigras italiano, raigras inglés y dactilo de herbicidas utilizados en el control de *Rumex sp. Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*, 189-192.

KLAPP, E., 1987. *Manual de gramíneas*. Ed. Omega. 278 pp. Barcelona (España).

PEETERS, A., 1995. Réflexions générales sur la biodiversité des prairies de montagne. *8 eme reunión du groupe du travail FAO des herbages de montagne*. Beitostølen (Noruega).

PÉREZ, J. E., 1989. Estudio botánico y mineral de prados permanentes de la cuenca del Bernesga. *Tesis doctoral*. Facultad de Biología. Universidad de León.

PÉREZ, M. T., 1991. Composición botánica y bromatológica de un prado permanente bajo diferentes épocas de siega y dosis de fertilización. *Tesis doctoral*. Facultad de Biología. Universidad de León.

PÉREZ, M. T.; PÉREZ, J. E., GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 1995. Influencia de la fertilización sobre la composición botánica de los prados permanentes de la Montaña de León. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP*, 97-102.

RODRÍGUEZ, M.; DE LA PUENTE, T., CALLEJA, A., 1980. Relaciones entre en abonado NPK y la composición botánica en prados de regadío de la montaña leonesa. *Pastos*, **10(1)**, 105-113.

RODRÍGUEZ, M.; GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 1996. Los prados permanentes en la economía de la Montaña Leonesa. *Pastos*, **26**, 25-37.

RODRIGUEZ, M.; GARCÍA, R.; MORO, A., CALLEJA, A., 2000. Balance mineral (N, P_2O_5, K_2O) en prados de montaña sin fertilizar. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 243-248.

S.A.S., 1989. *SAS/STAT User´s Guide*, release 6.03 edition. Ed. Statistical Analysis System Institute Inc. Cary, Carolina del Norte, Estados Unidos.

VIVIER, M., 1971. Le prairies permanentes du Bessin et du Pays D'Auge. *Technique et economie agricole du Calvados*, **17**, 1-395.

REGROWTH CAPACITY OF SPECIES OF MEADOWS AT THE MOUNTAIN OF LEON. EFFECT OF MANAGEMENT SYSTEM AND FERTILIZATION

SUMMARY

The regrowth capacity of the seventeen most productive species of meadows has been studied in a experiment carried out in the Range Cantabrica, province of Leon, 1010 meters above sea level. The management system (2 harvest versus 3 harvers) and fertilization (nitrogen, phosphorus and potassium whit three levels for every fertilizing) have been taken into account. The results explain the behaviour of the species after 10 years of study for every management system.

The intensification of the management system (from 2 to 3 harvest) causes the descend of *C. cristatus* and *R. acris*, reduces the regrowth of *T. officinale*, *R. crispus*, *P. trivialis*, *A. odoratum* and increases *P. lanceolata*, *T. repens*, *T. flavescens*, *H. lanatus*, *D. glomerata* and *F. pratensis*.

The nitrogenous fertilization has a positive effect on the regrowth capacity of *L. perenne*, *R. acris*, *P. trivialis*, and a negative effect on *T. repens* in 2 harvest. The phosphorus increases the regrowth on *D. glomerata*, *P.lanceolata*, *A. odoratum* and *C. cristatus*. The fertilization with potassium only decreases the regrowth of *T. flavescens* in the system of three cuts using middle and high levels.

Key words: harvest, nitrogenous, phosphorus, potassium.

EFECTO DEL ABONADO POTASICO EN LA PRODUCCIÓN DE ALFALFA EN EL VALLE DEL EBRO: RESULTADOS PRELIMINARES

J. Lloveras, J. Ferran, R. Fanlo, C. Chocarro y A. Ballesta.

Centre UdL-IRTA. Av. Rovira Roure, 191. 25198 Lleida.

Resumen

La alfalfa es un cultivo tradicional en los regadíos del valle del Ebro donde se aplican unas dosis medias de 80 a 100 kg ha^{-1} de K_2O. Sin embargo, aun siendo la potasa, uno de los abonados empleados con más frecuencia en el cultivo de la alfalfa, son muy escasos los estudios realizados para determinar las dosis más apropiadas para la zona y por ello las recomendaciones se basan normalmente en las extracciones o en estudios llevados a cabo en otros países.

En este trabajo se presentan los resultados del primer año de producción, de un ensayo de abonado potásico en regadío, en que se compararon cuatro dosis de K, 100, 200, 300 y 400 kg K ha^{-1}, junto con un tratamiento sin K, en suelos con niveles medios de K extraíble (K_e). Los resultados muestran que en el primer año de producción, la aplicación de abonado potásico no afectó a la producción del alfalfar, cuyas producciones anuales medias fueron de 13,24 t ha^{-1} de materia seca. Los contenidos de K_e, al inicio del segundo año, fueron menores a los iniciales, en todos los tratamientos, aunque la reducción fue más elevada en las parcelas sin abonado potásico. Los resultados sugieren que los niveles iniciales de K_e (174 mg K kg^{-1}) fueron suficientes para mantener las producciones, sin embargo, el descenso de K_e detectado, puede indicar que en los años siguientes, la aplicación de abonado potásico pueda afectar a la producción de alfalfa.

Palabras clave: Potasio extraíble con acetato amónico.

Introducción

El potasio es uno de los elementos que la alfalfa extrae en mayor cantidad (Lanyon y Smith, 1985; Lanyon y Griffith, 1988; Undersander *et al.*, 1994), sobre todo en sistemas de producción intensivos, como los del valle del Ebro (Lloveras, 2001).

Ensayos sobre el efecto del abonado potásico en alfalfa se han llevado a cabo principalmente en los EEUU, en zonas con suelos con bajos niveles de K y con estaciones de producción más cortas (Lanyon y Smith, 1985; Barbarick, 1985; Burmester *et al.*, 1991), mientras que en España o en las zonas mediterraneas este tipo de estudios han sido muy escasos (Hidalgo, 1969; Lorenzo y Labayen, 1973; Kafkafi *et al.*, 1977; Lloveras *et al.*, 2001).

Los resultados de los ensayos sobre el efecto del abonado potásico muestran que los efectos de la aplicación de potasa variaron según las practicas y condiciones de cultivo de la zona y del contenido de potasio extraíble con acetato amónico (K_e). Los resultados variaron desde la falta de respuesta al abonado K con niveles K_e de 75 mg K kg^{-1} (Lutz, 1973) hasta una respuesta máxima con la aplicación de 448 kg K ha^{-1}, con niveles K_e de 55 mg k kg^{-1} (Rominger *et al.*, 1976). Los resul-

tados muestran que en general, la aplicación de K aumenta sus concentraciones en la planta y en el suelo.

Las recomendaciones generales de abonado potásico en alfalfa indican que raramente son necesarias aplicaciones de K cuando las concentraciones de K_e son mayores de 300 kg K ha^{-1} (alrededor de 150 mg K kg^{-1}) en los primeros treinta centímetros de profundidad (Lanyon y Smith, 1985). Sin embargo, otros autores (Barbarick, 1985) obtuvieron respuestas a la aplicación de K con niveles de K_e entre 308 y 335 mg K kg^{-1}. Resultados obtenidos en el valle del Ebro, caracterizados por sus altas producciones y largos períodos de crecimiento, muestran que aún en suelos con alta contenido de K_e, la alfalfa puede responder al abonado potásico (Lloveras *et al.*, 2001). En general, como indican Lanyon y Griffith (1988), los niveles de suficiencia para el potasio en alfalfa están poco delimitados.

En el valle del Ebro, el empleo del abonado potásico es una técnica de cultivo habitual, siendo las dosis medias empleadas de unos 80 a 100 kg K ha^{-1} (Alvaro y Lloveras, 2003). Las recomendaciones que suelen estar entre los 200 y 350 kg K ha^{-1} $año^{-1}$, se basan normalmente en las extracciones de K (Hidalgo, 1969) o en resultados de ensayos llevados a cabo en otras zonas del mundo (Le Gall *et al.*, 1992; Undersander *et al.*, 1994).

Sin embargo, a pesar del interés técnico y económico del tema, son muy escasos los ensayos de campo realizados en el valle del Ebro que permitan hacer recomendaciones en base a ensayos de campo (Hidalgo, 1969; Lorenzo y Labayen, 1973; Lloveras *et al.*, 2001). Por este motivo se inició el presente ensayo, en suelos con contenidos medios de unos 174 mg kg^{-1} de K_e, en la capa superficial, con el objetivo de obtener información para ayudar a ofrecer recomendaciones basados en las condiciones y sistemas de producción intensivos de la zona, en zonas con contenidos medios de K_e.

En este trabajo, se presentan los resultados de producción y de contenido de K_e en el primer año de producción.

Material y métodos

El ensayo se sembró el 22 de febrero de 2002 en la finca de la Estación Experimental de Lleida, en Gimenells (41º 39´N, 0º51'E) en un suelo Calcixerept petrocalcic, con textura media Franca (40,5 % de arena, 34,3 % de limo y 25,2 % de arcilla). La temperatura media de la zona es de 15.8 ºC y la pluviometría media anual de 422 mm. Las parcelas se regaron por aspersión cada 15 días recibiendo anualmente unos 900 mm de agua.

El ensayo se sembró, a una dosis de 30 kg ha^{-1} de semilla, siendo Aragón la variedad empleada. El abonado de pre-siembra consistió en 30 kg ha^{-1} de N y 200 kg ha^{-1} de P_2O_5.

Antes del abonado, se tomaron dos muestras de suelo por parcela y en su mezcla se determinaron, los contenidos de K (acetato amónico), N, P, B y Mg, extraíbles, en dos profundidades 0-30 cm, 30-60 cm. Los contenidos medios del ensayo se presentan en la tabla 1. Así mismo, en febrero de 2003, en fechas similares a los de los muestreos iniciales, se determinaron los niveles de K_e en dos profundidades, 0-30 cm, 30-60 cm, para evaluar los posibles variaciones en el contenido de K_e.

Tabla 1: Contenidos medios iniciales de K, P, Mg, B y $N\text{-}NO_3^-$, antes del inicio del ensayo.

Profundidad	K (mg kg^{-1})	P (mg kg^{-1})	Mg (mg kg^{-1})	B (mg kg^{-1})	$N\text{-}NO_3^-$ (mg kg^{-1})
0 – 30 cm	174,1	38,7	141,9	0,41	19,3
30 – 60 cm	116,8	23,6	144,9	0,24	16,6

Los tratamientos consistieron en cuatro dosis de abonado potásico 100, 200, 300 y 400 kg K ha^{-1}, junto a un testigo al que no se aplicó ningún abonado.

El diseño estadístico fue en bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada tratamiento constaba de tres parcelas adjacentes de 8 m x 1,2 m de las que se cosechó la parcela central. Los bloques estaban separados con pasillos de 2m de ancho sembrados así mismo, con alfalfa.

Los insectos, se controlaron, mediante dos aplicaciones de 0.1 kg ha^{-1} p.a. de fenvalerato [cyano(3-phenoxyphenyl)methyl4-cholo-alpha-(methylethyl)benzeacetate].

Los resultados, producción de materia seca (MS) se analizaron mediante análisis de varianza empleando el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1996).

En este primer año de producción se dieron cinco cortes a la alfalfa, de los que se pesaron los tres últimos (27 de julio, 27 de agosto y 14 de octubre). Los dos primeros, que se consideraron cortes de limpieza, no se controlaron. La frecuencia de corte fue similar a la seguida por los agricultores de la zona, esto es, cada treinta días aproximadamente, excepto el último corte al final del ciclo anual.

La producción de materia verde de cada parcela se determinó mediante una cosechadora autopropulsada y autopesante y el contenido de MS seca se cuantificó en el laboratorio secando en estufa durante 48 horas una submuestra de unos 150g de materia verde.

Resultados y discusión

La producción de MS de alfalfa del primer año de producción se presenta en la tabla 2 y los niveles de K_e iniciales y al principio del segundo, así como su balance se presentan en la tabla 3.

Tabla 2: Efecto del abonado potásico en la producción de materia seca (MS) de alfalfa.

Dosis de abonado (kg K /ha)	Producción de MS (t/ha)
0	13,20
100	13,78
200	12,60
300	13,25
400	13,35

Fuente	g.l.	Cuadrados medios	f	p > f
Abonado K	4	0,4698	0,54	0,712
Bloques	3	2,4996	2,85	0,082
Error	12	0,8777	–	–

El abonado potásico no afectó la producción de MS de la alfalfa en el primer año de producción (tabla 2), siendo la producción media del ensayo de 13,24 t ha^{-1} de MS. Esta falta de respuesta es probablemente debido a que los niveles medios de K_e, que eran inicialmente de 174, 1 mg/kg en los primeros 30 cm, eran suficientes para mantener las producciones. Esta interpretación coincide con Lanyon y Smith (1985), que raramente recomiendan aplicaciones de K en alfalfa cuando las concentraciones de K_e intercambiable superan los 150 mg K /kg, en la capa arable.

Tabla 3: Contenidos de K (mg/kg) del suelo al inicio del ensayo, al inicio del segundo año de producción en dos profundidades y balance.

	Inicio del ensayo Febrero 2002			Inicio del segundo año Febrero 2003			Balance 2003 - 2002		
Tratamiento (kg K/ha)	0-30 cm	30 -60 cm	Media 0- 60 cm	0-30 cm	30 -60 cm	Media 0 - 60 cm	0-30 cm	30 -60 cm	Media 0 - 60 cm
0	223,2	133,0	178,1	133,5	107,5	120,5	- 89,7	- 25,5	- 57,6
100	149,2	108,5	128,8	114,5	102,2	108,4	- 34,7	- 6,2	- 20,5
200	168,2	116,0	142,1	127,0	95,5	111,2	- 41,2	- 20,5	- 30,9
300	155,7	121,5	138,6	127,0	96,0	111,5	- 28,7	- 25,5	- 27,1
400	174,2	105,0	139,6	141,7	101,0	121,4	- 32,5	- 4,0	- 18,2
p > f	0,412	0,596		0,662	0,535	0,626	0,346	0,617	0,472
Media	174,1	116,8	145,4	128,7	100,4	114,6	- 45,4	- 16,3	- 30,9

En nuestro caso puede observarse que los balances de K_e, son negativos para todos los tratamientos de K y que los niveles medios de K_e, antes de empezar la estación de producción del año 2003 son inferiores a los iniciales del año 2002 (tabla 3). Balances de K_e negativos, en el cultivo de la alfalfa, se obtuvieron también en las mismas zonas con suelos y contenidos distintos (Lloveras *et al.*, 2001), debido a que las aportaciones mediante el abonado no fueron suficientes para compensar las extracciones. Es conocido que las concentraciones de K en planta suelen aumentar con los niveles de K_e.

Los resultados sugieren, que los niveles de K_e se pueden ir reduciendo con los años de cutivo. En este caso es muy posible que en los años siguientes puedan notarse los efectos del abonado potásico como se ha observado en zonas con niveles bajos de K_e (Jones *et al.*, 1974; Ballif y Duthil, 1976; Havlin *et al.*, 1984).

Conclusiones

Los resultados del primer año de producción sugieren que las aplicaciones de K no fueron suficientes para compensar las extracciones y que la falta de respuesta al abonado potásico, se debe probablemente, a que los niveles iniciales de K_e del suelo, 174 mg kg^{-1} fueron suficientes para mantener las producciones del primer año.

Agradecimientos

Al personal técnico de campo del Centro UdL-IRTA (J. Peñarroya, M. Bagá, J. A. Betbesé, Andrea López y E. Arqué) y de la UdL (Silvia Martí). Este trabajo forma parte del proyecto de investigación RTA02-087-C2-2, 'Optimización de la producción y calidad de la alfalfa' financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

Referencias bibliográficas

ALVARO, J.; LLOVERAS, J., 2003. *Metodología de la producción de alfalfa en España*. Asociación Interprofesional de Forrajes Españoles (AIFE). 206 pp. Lleida (España).

BALLIF, J.L.; DUTHIL, N., 1976. Recherche de l'equilibre potassium-magnesium dans la fertilisation de la luzerne en champagne crayeuse. *Comptes Rendus Academie d'Agriculture de France*, **8**, 515-528.

BARBARICK, K.A., 1985. Potassium fertilization of alfalfa on a soil high in potassium. *Agron. J.*, **77**, 442-445.

BURMESTER, C.H.; MULLINS, G.L.; BALL. D.M., 1991. Potassium fertilization effects on yield and longevity of established alfalfa. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, **22**, 2047-2062.

HAVLIN, J.L,; WESTFALL, D.G.; GOLUS, H.M., 1984. Six years of phosphorus and potassium fertilization of irrigated alfalfa on calcareous soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **48**, 331-336.

HIDALGO, F., 1969. *El abonado de la alfalfa*. Asociación de Investigación para la Mejora de la Alfalfa. 23 pp. Zaragoza (España).

JONES, G.D.; LUTZ, J.A.; HALE, E.H., 1974. Effects of fertilization and irrigation on yield and potassium content of alfalfa and on available soil potassium. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, **5**, 155-163.

KAFKAFI, U.; GILAT, R.; YOLES, D.; NOY, Y., 1977. Studies on fertilization of field-grown irrigated alfalfa. *Plant and Soil*, **46**, 165-173.

LANYON, L.E.; GRIFFITH, W.K., 1988. Nutrition and fertilizer use. *Alfalfa and Alfalfa improvement*. pp 333-372. Ed. A.A. Hanson, D.K. Barnes, R.R. Hill. ASA, Madison, Wi. (EEUU).

LANYON, L.E.; SMITH, F.W., 1985. Potassium nutrition of alfalfa and other forage legumes: temperate and tropical. pp 861-893. En: *Potassium in agriculture*. Ed. R.D. Munson. ASA, Madison. Wi. (EEUU).

LE GALL, A.; ARNAUD, J.D.; GUY, P.; BOUSQUET, H.; PFLIMLIN, A.; PLANQUAERT, PH., 1992. *La luzerne Culture-Utilization*. Groupement National Interprofessionel des Semences-Institut Tecnique de l'Elevage Bovin-Institut Tecnique des Cereals et des Fourrages, 39 pp. Paris (Francia).

LORENZO, J.; LABAYEN, J.M., 1973. Ensayos de abonado en alfalfa. *Pastos*, **3**, 225-229.

LUTZ, J.A., 1973. Effects of potassium fertilization on yield and K content of alfalfa and on available subsoil K. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, **4**, 57-65.

LLOVERAS, J., 2001. Alfalfa (*Medicago sativa*. L) management for irrigated Mediterranean conditions: The case of the Ebro Valley. En: *Quality in lucerne and medics for animal production*, pp 115-126. Ed. I. Delgado y J. Lloveras. Options Méditerranéennes. Serie A: Séminaires Méditerranéens. No. 45.

LLOVERAS, J.; FERRAN, J.; BOIXADERA, J.; BONET, J., 2001. Potassium fertilization effects on alfalfa in a Mediterranean climate. *Agron. J.*, **93**, 139-143.

ROMINGER, R.S.; SMITH, D.; PETERSON, L.A., 1976. Yield and chemical composition of alfalfa as influenced by high rates of K topdressed as KCl and K_2SO_4. *Agron. J.*, **68**, 573-577.

SAS INSTITUTE., 1996. SAS/STAT User's guide. SAS Inst., Cary, NC. (EEUU).

UNDERSANDER, D.; MARTIN, N.; COSGROVE, D.; KELLING, K.; SCHMITT, M.; WEDBERG, J.; BECKER, R.; GRAU, C.; DOOL, J.; RICE, M., 1994. *Alfalfa Management Guide*. ASA-CSSA-SSSA. 41 pp. Madison. Wis. (EEUU).

POTASSIUM FERTILIZATION EFFECTS ON THE FIRST-YEAR ALFALFA IN THE EBRO VALLEY.

SUMMARY

Alfalfa is a traditional crop in the irrigated areas of the Ebro Valley (North-East Spain) where the use of potassium fertilization with an average amount of between 80 and 100 kg K_2O ha^{-1} is a common management practice.

However, although the use of K is common, there are very few regional experiments about the effects of K in alfalfa, in Mediterranean areas of long growing seasons. For this reason the recommendations are normally based on the extractions of K or in research conducted in France or in the USA, with different growing conditions.

This paper presents the yields of the first-year production of alfalfa under five K treatments 0, 100, 200, 300 and 400 kg K ha^{-1} in soils with an average of 174 mg $kg^{-1}$of extractable K (K_e).

The experiments were sown in February 2002, and three harvests were evaluated, whereas the first two harvests were not considered because of the weeds, and were not weighted. The average dry matter yields of the three weighted harvests were 13,24 t ha^{-1}. No significant differences among the treatments were observed in this first year of production. The levels of K_e decreased with all treatments although the plots without K fertilizer showed higher reductions.

The results suggest that the initial K_e levels were sufficient for the first year. The results of the following years and the possible future decreases of the K_e levels might influence the effect of the K applications.

Key words: Soil ammonium extractable acetate.

PRODUCCIÓN DE VEZA FORRAJERA EN SIEMBRA DIRECTA DENTRO DE UNA ROTACIÓN CON CEREALES DE INVIERNO EN SECANO SEMIÁRIDO

J. Alvaro,[1] F. Santiveri,[2] J. Lloveras,[2] y C. Cantero[2]

[1] Estación Experimental de Aula Dei. Avda. Montañana 1005. 5059 Zaragoza.
[2] Area de Cultivos Extensivos. Centro UdL-IRTA. Rovira Roure 191. 25198 Lleida.

Resumen

En los últimos años, la siembra directa se ha incrementado rápidamente en las zonas de secano de la provincia de Lleida, en las que el monocultivo de cebada está ampliamente extendido. El presente estudio tiene como objeto evaluar la producción de veza forrajera en estos sistemas agrícolas en rotación con los cereales en siembra directa. En el ensayo se compararon el monocultivo de cebada, el monocultivo de trigo y la rotación trigo-cebada-veza. Los resultados de la campaña 2000-2001 mostraron una baja producción de la veza forrajera (4080 kg materia seca/ha) mientras que la producción de grano fue de 3200 kg/ha en cebada y de 2100 kg/ha en trigo.

Palabras clave: Laboreo de conservación, cebada, trigo, veza.

Introducción

En algunas zonas de secano semiárido de la provincia de Lleida (parte septentrional de la comarca del Urgell y la comarca de la Segarra) el laboreo de conservación se ha extendido ampliamente en los últimos 15-20 años. Se calcula que se practica la siembra directa en un 15 % de la superficie, lo que representó unas 25.000 ha en 1995 (Cantero *et al.*, 1995). En esta área, el monocultivo de cebada es predominante, si bien, ocasionalmente también se siembra el trigo.

Las ventajas que aportan las rotaciones respecto a los monocultivos en zonas semiáridas han sido analizadas por diversos autores como Loomis y Connor (1992) y Papastylianou (1990). Ahora bien, se ha de tener en cuenta que pueden aparecer problemas que afecten a la productividad del sistema, como pueden ser alelopatías, plagas o elevados consumos de agua, que pueden incidir en el rendimiento del cultivo siguiente (Pierce y Rice, 1998). Es importante, por consiguiente, conocer los beneficios de las rotaciones en este tipo de regiones semiáridas y, a su vez, determinar las ventajas que aportan al sistema. Una adecuada rotación ayuda a optimizar la eficiencia en el uso de agua (Loomis y Connor, 1992) y a mejorar la fertilidad del suelo si se incluyen leguminosas (Papastylianou, 1990; López-Bellido, 1998). Para seleccionar las especies de la rotación existen una serie de criterios como la inclusión de una leguminosa, alternar cultivos con diferente sistema radicular y combinar especies con diferente susceptibilidad a malas hierbas.

La veza forrajera es uno de los cultivos conocidos por los agricultores de la comarca, siendo Lleida la tercera provincia española en cuanto a superficie destinada a su cultivo. Sin embargo, la veza forrajera suele sembrarse con sistemas de laboreo convencional, no existiendo información sobre su comportamiento en siembra directa.

El objetivo de este trabajo es evaluar la veza forrajera como posible alternativa dentro de una rotación con cereal de invierno en siembra directa.

Material y métodos

Diseño experimental

La parcela en la que se ha llevado a cabo el estudio se sitúa en Agramunt (longitud 1º 7' 10", latitud 41º 48' 41") en la provincia de Lleida. Esta zona se caracteriza climáticamente como Mediterráneo continental templado, con inviernos avena fresco (av) y veranos tipo arroz (O) a partir de la clasificación propuesta por Papadakis (1966).

El estudio se realizó durante la campaña 2000-2001 correspondiente al segundo año del ensayo. El diseño experimental es en bloques al azar con tres repeticiones, en el que se estudia, como factor, la rotación de cultivos. En el ensayo, realizado en siembra directa, se han incluido tres rotaciones: monocultivo de trigo, monocultivo de cebada y trigo-cebada-veza. Puesto que deben representarse todos los cultivos de cada rotación, se establecieron un total de 11 parcelas experimentales de 400 m^2 (50 x 8).

En la tabla 1 se indican las técnicas de cultivo usadas en el ensayo en dicha campaña así como las variedades utilizadas.

Variables estimadas

Evolución de la producción de biomasa: En cada parcela se tomaron tres muestras de medio metro lineal cada una (superficie muestreada total 0.3 m^2). Una vez en laboratorio, se eliminaron las raíces de las plantas y se secaron en estufa de ventilación forzada a 65ºC hasta peso constante. Se realizaron cuatro muestreos en los principales estadíos fenológicos de cada cultivo, tal y como se describe en la Tabla 2.

Tabla 1: Técnicas de cultivo aplicadas durante la campaña 2000-2001.

Operación	Fecha	Caracteristicas
Labores previas	19/10/00	Tratamiento herbicida pre-siembra en veza.(Sulfosato 48%, 1.5 L/ha)
	28/11/00	Tratamiento herbicida pre-siembra en trigo y cebada. (Sulfosato 48%, 2 L/ha)
Abonado de fondo	8/11/00	Aplicación de purín (40 UF) en todas las parcelas excepto en las de veza
	29/11/00	Abonado de fondo PK: 60 UF P (superfosfato) y 90 UF K (cloruro potásico)
Siembra	30/10/00	Siembra de veza (variedad 'Spinele', 136 kg/ha, 150 semillas/m^2)
	29/11/00	Siembra de trigo (variedad 'Soissons', 185 kg/ha, 450 semillas/m^2) y de cebada (variedad 'Hispanic', 250 kg/ha, 450 semillas/m^2)
Tratamiento herbicida	19/02/01	Tratamiento post-emergencia en trigo y cebada
Cosecha	22/05/01	Siega veza con moto-segadora
	29/06/01	Cosecha trigo y cebada.

Tabla 2: Fecha de los muestreos de biomasa.

Muestreo	Estadío cereal	Estadio veza
13/3/01	Ahijado	Formación tallos
2/4/01	Encañado	Floración
26/4/01	Antesis	Formación vainas
8/6/01[1]-22/5/01[2]	Madurez[1]	Madurez[2]

Producción: En cereal se realizó la tercera semana de junio mediante la cosecha de toda la parcela con una cosechadora de 5.5. m de ancho. La cosecha de la veza se realizó la última semana de

mayo mediante la siega de toda la parcela con una motosegadora, pesando la producción en verde en campo y tomado muestras para determinar el porcentaje de materia seca en el laboratorio.

Análisis estadístico: Se realizaron análisis de varianza y separación de medias (test de Duncan) mediante el paquete estadístico SAS. Como factores se consideraron cultivo y bloque.

Para estudiar el efecto rotación se han agrupado parcelas según el cultivo ocupado esta campaña y su precedente (cultivo del año anterior). Se han establecido las siguientes parejas: Trigo-trigo, Cebada-veza, Veza-trigo, Trigo-cebada, cebada-cebada. El objetivo de este estudio es estudiar en que grado influye el precedente cultural en los resultados obtenidos esta campaña.

Resultados

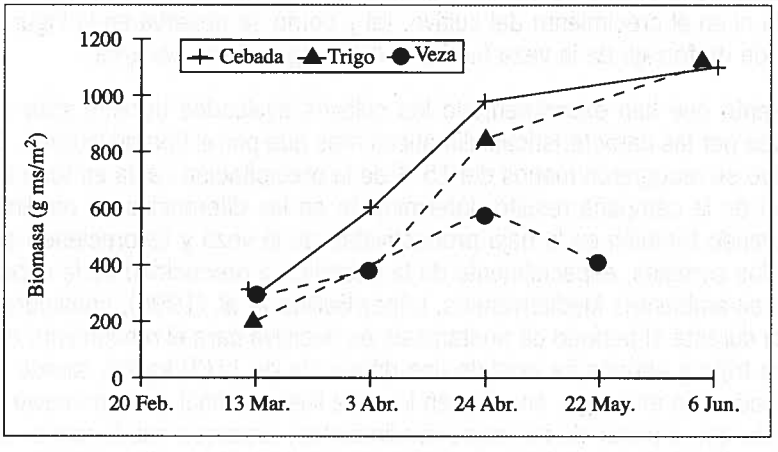
Climatología de la campaña

La precipitación total recogida en Agramunt durante la campaña 2000-2001 fue de 397,5 mm, 35 mm inferior a la del año medio. Además, la distribución por meses fue diferente de lo que suele ser habitual en el área: entre septiembre y enero la pluviometría fue de 218 mm, (40 mm superior al año medio) mientras que febrero, mayo y junio fueron mucho más secos (13 mm, 32 mm y 30 mm inferior a los valores medios para dichos meses respectivamente). La temperatura siguió un patrón similar al del año medio, con valores medios ligeramente más elevados en diciembre y en enero.

Evolución de la biomasa producida por el cultivo

Existen diferencias significativas entre cultivos a lo largo de los tres últimos muestreos de biomasa realizados en abril y junio. En la Figura 1 se presenta la evolución de los valores de biomasa total para cada uno de los cultivos. Tanto el trigo como la cebada presentan un comportamiento similar, con un incremento de este parámetro durante todo el ciclo. El valor más elevado lo adquiere el trigo en el último muestreo, con 1121 g/m^2, a pesar de que es la cebada el cultivo con los valores más elevados durante todo el ciclo.

Figura 1: Evolución de la biomasa total de cada cultivo a lo largo del ciclo.



Las vezas también experimentaron un crecimiento parecido al de los cereales, siempre con valores inferiores a estos, pero desde el último muestreo de abril hasta la cosecha (22 de mayo), sufre un descenso de biomasa, con un valor final de 409 g/m^2.

Producción

Los valores medios de producción se presentan en la tabla 3.

Tabla 3: Producción media de cebada, trigo y veza en siembra directa en secano.

Cultivo	Producción
Cebada (grano)	3200 kg/ha
Trigo (grano)	2100 kg/ha
Veza forrajera	4090 kg/ha

Efecto rotación

Se analizó el rendimiento según el precedente cultural para determinar el efecto rotación (Tabla 4). Los resultados mostraron que la cebada, con precedente trigo obtuvo el mayor rendimiento (3086 kg/ha). A continuación los dos monocultivos de cereal, cebada y trigo con 2700 y 2000 kg/ha respectivamente. El valor más bajo lo obtuvo la veza después de cebada.

Tabla 4: Rendimiento de los cultivos con diferentes precedentes en siembra directa.

Precedente	Cultivo	Rendimiento (kg/ha)
Trigo	Cebada	3086 a
Cebada	Cebada	2726 b
Trigo	Trigo	2036 c
Veza	Trigo	1675 d
Cebada	Veza*	853 e

* Estimación de la producción de grano a partir de la producción de forraje utilizando un índice de cosecha de 0,20 (Isabal, 2001). Las medias, con igual letra, no difieren significativamente, mediante un test de Duncan, para un nivel de significación de 0,05.

Discusión

En este trabajo se evalúa, en siembra directa, el comportamiento de la veza forrajera dentro de una rotación frente al monocultivo de cebada habitual en el área de estudio.

El establecimiento de la veza bajo siembra directa fue muy bueno. No se presentaron problemas en la nascencia ni en el crecimiento del cultivo, tal y como se observa en la Figura 1. Sin embargo, la producción de forraje de la veza fue baja, 4090 kg materia seca/ha.

El comportamiento que han experimentado los cultivos evaluados durante esta campaña se ha visto influenciado por las características climáticas más que por el tipo de laboreo. Durante el período reproductivo se recogieron menos del 15 % de la precipitación caída en todo el ciclo. La falta de agua al final de la campaña resultó determinante en las diferencias de rendimiento entre las especies, influyendo también en la baja productividad de la veza y favoreciendo el crecimiento y producción de los cereales, especialmente de la cebada. La precocidad de la cebada es una ventaja adaptativa en ambientes Mediterráneos. López-Bellido *et al.* (1996), considera que la precipitación recogida durante el período de postantesis es decisiva para el rendimiento de trigo. En esta campaña, entre trigo y cebada ha existido una diferencia de 1100 kg/ha, siendo superior la producción de cebada. Sin embargo, en años en los que llueve al final de la primavera, se ve favorecido el trigo. Aún así, a pesar de los bajos rendimientos, creemos que la mayor acumulación de agua en siembra directa ha permitido una mejor respuesta de los cultivos que en condiciones de laboreo convencional.

Otro de los factores que pudo influir en la baja producción de forraje de la veza fue la presencia de malas hierbas, a pesar de que se hicieron los tratamientos herbicidas pre-siembra. Según García y Fernandez-Quintanilla (1991), los cultivos de leguminosas son bastantes sensibles a las malas hierbas debido al lento desarrollo en sus fases iniciales. La baja capacidad de cobertura del suelo facilita el establecimiento y competencia de las malas hierbas. Franco (1996) señala que, en seca-

nos de Castilla-León, uno de los principales problemas del cultivo de leguminosas de grano es el conseguir un adecuado control de malas hierbas. Esta infestación también es observada por Orphanos (1994) en condiciones semiáridas, en una rotación veza-cebada. Este autor no recomienda la veza como precedente de la cebada debido a la elevada proliferación de malas hierbas. Este mismo autor estima que la producción de veza es un 30-60 % de la materia seca de cebada u otros cereales, tal y como sucede en este experimento.

López-Bellido *et al.* (1996) define el efecto rotación como la diferencia de rendimiento respecto al monocultivo. En el presente experimento el precedente trigo en cebada es el único que obtuvo un efecto rotación positivo, con una diferencia de 400 kg/ha respecto al monocultivo de cebada y el de trigo. Trigo con precedente veza obtuvo el valor más bajo. Estos resultados contradicen los experimentos de varios autores sobre los efectos beneficiosos de las leguminosas (López-Bellido, 1998). Sin embago, hay estudios que encuentran resultados similares a los obtenidos en el presente trabajo. Orphanos (1994) en condiciones semiáridas de Chipre, compara el rendimiento del monocultivo de cebada y la rotación cebada-veza. En los tres años del ensayo no obtuvo ventajas de rendimiento en la rotación veza-cebada. Hammel (1995), en condiciones semiáridas estadounidenses tampoco encontró ventaja de la rotación guisante-cebada frente al monocultivo de cebada. En ambos casos se señala a la falta de agua como responsable de los resultados obtenidos.

Conclusiones

Desde el punto de vista productivo, con los resultados de la campaña evaluada no se puede recomendar el cultivo de la veza forrajera como alternativa a los cereales de grano en secano semiárido. Sin embargo, habrían de evaluarse los posibles efectos de la introducción de la veza en la rotación a largo plazo (fertilidad del suelo, plagas, enfermedades etc.). Asimismo, hay que considerar que la campaña estudiada ha tenido una precipitación en primavera inferior a la habitual, por lo que hay que esperar a tener datos de más campañas antes de poder realizar recomendaciones sobre las posibilidades de la veza forrajera en siembra directa en secano semiárido.

Referencias bibliográficas

CANTERO-MARTÍNEZ, C.; VILARDOSA, J.M.; LLOVERAS, J., 1995. Laboreo de conservación en cultivos herbáceos extensivos en Cataluña. *Vida Rural*, **19-20**, 36-43.

FRANCO, F., 1996. Las vezas. En: *El cultivo de las leguminosas grano en Castilla-León*, 141-161. Ed. F. FRANCO, A. RAMOS. Junta de Castilla-León. Consejería de Agricultura y Ganadería. Valladolid. (España).

GARCÍA TORRES, L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C., 1991. *Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas*. MAPA-Mundi Prensa. Madrid. (España).

HAMMEL, J.E., 1995. Long-term tillage and crop rotation effects on winter wheat production in Northen Idaho. *Agron. J.*, **87**, 16-22.

ISABAL, A.B. 2001. *Estudio de la respuesta en el crecimiento de los cultivos de trigo, cebada, colza y veza bajo sistema de siembra directa en condiciones de secano*. TPT. Universitat de Lleida. (España).

LOOMIS, R.S.; CONNOR, D.J., 1992. *Crop Ecology. Productivity and management in agricultural systems*. Cambridge University Press. Cambridge. (UK).

LÓPEZ-BELLIDO, L.; FUENTES, M.; CASTILLO, J.E.; LÓPEZ-GARRIDO, F.J.; FERNÁNDEZ, E.J., 1996. Long-term tillage, crop rotation and nitrogen fertilizer effects on wheat yield under rainfed Mediterranean conditions. *Agron. J.*, **88**, 783-791.

LOPEZ-BELLIDO, L., 1998. Leguminosas y agricultura sostenible. En: *Agricultura Sostenible*, 401-428. Ed. R.M. JIMENEZ-DÍAZ, J. LAMO DE ESPINOSA. Mundi Prensa. (España).

ORPHANOS, P.I., 1994. Perfomance of grain and hay barley in different rotations and nitrogen and phosphorous fertilization in a Mediterranean environment. *Eur. J. of Agron.*, **3**, 227-233.

PAPADAKIS, J., 1966. Climates of the world and their agricultural potentials. Buenos Aires.

PAPASTYLIANOU, I.,1990. Effect of preceding legume or cereal on barley grain and nitrogen yield. *J. agric. Sci.*, **198**, 623-626.

PIERCE, F.J.; RICE, W.R.,1998. Crop rotation and its impact on efficiency of water and nitrogen use. En: *Cropping strategies for efficient use of water and nitrogen*, 21-41. ASA-CSSA-SSSA, Wisconsin. (EEUU).

FORAGE VETCH PRODUCTION UNDER DIRECT DRILLING INTO A ROTATION WITH WINTER CEREALS IN SEMI-ARID CONDITIONS

SUMMARY

Direct drilling has been extensively introduced in dryland areas of Lleida, where barley monoculture is usual. The objective of the present study is to evaluate forage vetch as an alternative to winter cereals in these conditions. The results obtained during 2000-2001 growth season showed a low forage vetch production (4080 kg dry matter/ha) whereas grain production was 3200 kg/ha and 2100 kg/ha for barley and wheat, respectively.

Keywords: Conservation tillage, barley, wheat, vetch.

VARIEDADES DE AVENA, CENTENO Y TRITICALE EN ROTACIONES FORRAJERAS CONVENCIONALES Y ECOLÓGICAS

R. Suárez, N. Díaz, J. Piñeiro y C. Santoalla.

Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña (España)

Resumen

Se estudiaron 7 variedades de avena (*Avena sativa* L.), 3 de centeno (*Secale cereale* L.) y 11 de triticale (*X Triticosecale* Wittm) como posibles componentes de invierno de rotaciones forrajeras de dos cultivos por año. La siembra se realizó en cultivo monofito el 20/12/01 en Mabegondo (Abegondo, A Coruña) y se cosecharon 4 semanas después del inicio del espigado, con excepción de las avenas y un centeno, que se cosecharon antes porque se empezaron a encamar.

Se determinó la fecha de inicio del espigado, la altura de la planta en el momento del inicio del espigado, la producción de materia seca y la rigidez del tallo en las variedades de avena. El inicio de espigado osciló entre el 1 de abril y el 23 de mayo, la altura entre 88 y 153 cm y la producción entre 10 y 14,6 t/ha de materia seca, habiendo importantes solapamientos entre las variedades de las distintas especies. La rigidez del tallo de las avenas osciló entre 4 y 9 (1-9, de menos a más rígido).

Palabras clave: cereal forrajero, forraje de invierno.

Introducción

En las últimas décadas se ha producido un aumento significativo de la producción de leche de vacuno en Galicia, lo que ha dado lugar a un incremento de la utilización de rotaciones forrajeras de dos cultivos por año, que suelen ser más productivas que las praderas (Piñeiro y Pérez, 1998) y a un consumo mayor de concentrados en las explotaciones (Barbeyto, 1997). Esta intensificación en la producción es consecuencia de la escasez de superficie agrícola útil. La rotación más frecuente es maíz forrajero como cultivo de verano, seguido por raigrás italiano alternativo como cultivo de invierno, que suele proporcionar más de un corte para aprovechamiento en verde o ensilado, sobre todo en las zonas costeras.

Sin embargo, en los últimos años, algunos ganaderos están intentando sustituir el raigrás italiano como cultivo de invierno, por otro cultivo que dé una alta producción para ensilar en un solo aprovechamiento. Ello es debido fundamentalmente a que se utiliza cada vez menos el forraje para alimentación en verde porque se busca disponer de una dieta más uniforme a lo largo del año con base en una mezcla de forrajes ensilados, forrajes comprados y alimentos concentrados, de valor nutritivo previamente conocido. El aprovechamiento en verde introduce variabilidad en este tipo de racionamiento, aparte de resultar algo más incómodo para los ganaderos porque tienen que cortar sus parcelas a lo largo del invierno con tiempo habitualmente lluvioso.

Por ello, se ha realizado en el CIAM un experimento sobre posibles componentes de invierno de rotaciones forrajeras de dos cultivos por año, utilizando mezclas de algunos cereales como avena

(*Avena sativa* L.), centeno (*Secale cereale* L.) y triticale (*X Triticosecale* Wittm.) y algunas leguminosas como veza común (*Vicia sativa* L.) y guisante (*Pisum sativum* L.) (Suárez *et al.*, 2002). En ellos, cada especie estuvo representada por una sola variedad lo que limita las posibles conclusiones sobre mezcla de especies al no tener en cuenta la variabilidad existente dentro de cada especie. Para contribuir a resolver este problema, se sembraron experimentos complementarios con el objetivo de conocer la variabilidad de los cultivares de avena, centeno, triticale y guisante disponibles en el mercado español. En este trabajo se comentan los datos disponibles hasta el momento sobre variedades de avena, centeno y triticale. Los guisantes serán objeto de otra comunicación.

Material y métodos

Localización

El experimento se localizó en Mabegondo (Abegondo, A Coruña), a 43º 14' N, 8º 15'W y 150 m de altitud, con tipo climático B2 r B'2 a' (Thornwaite), sobre un suelo de esquistos de Órdenes, de textura franco-limosa (USDA), con un pH (H_2O) de 5,7 y un contenido en fósforo (P) 30 ppm (bicarbonato sódico 0,5 N pH 8,5) y en potasio (K) de 66 ppm (Nitrato amónico 1 N). La parcela estuvo destinada a pradera monofita de dactilo (*Dactylis glomerata* L.) durante los cuatro años anteriores.

Operaciones de cultivo

Después de cosechar el dactilo en Julio, se gradeó y labró la parcela. En el otoño se dieron dos labores complementarias de grada para preparar la cama de semilla. Se aplicaron 40 kg/ha de P_2O_5 y de K_2O en forma de abono complejo 0-14-14. No se utilizó ningún tipo de abono nitrogenado en ninguna fase de cultivo. La siembra se hizo el 20/12/01 con máquina de ensayos marca 'Hege', en parcelas elementales de 8 líneas separadas 17 cm con una longitud de 6,75 m, resultando un tamaño de parcela elemental de 1,36 m x 6,75 m = 9,18 m^2.

Aunque el abonado fosfopotásico utilizado no cumple con los requisitos de la agricultura ecológica, el que no se haya utilizado ningún tipo de abono nitrogenado permite que los resultados de este experimento sean utilizables también para la toma de decisiones en explotaciones ecológicas, teniendo en cuenta, además, que no se utilizaron ni insecticidas ni fungicidas. Tampoco se usaron herbicidas en los experimentos de centeno y triticale. Fue necesario, sin embargo, aplicar un herbicida a base de 2,4D y MCPA en las parcelas de avena para eliminar la competencia de hierbas espontáneas de hoja ancha, fundamentalmente jaramago (*Raphanus raphanistrum* L.). Esta presencia de jaramago en avena se debió probablemente al menor desarrollo en las fases iniciales de esta especie, aparte de estar sembrada en un lugar distinto, con una posible mayor carga de semillas en el suelo.

Tratamientos y diseño experimental

Se sembraron 7 variedades de avena ('Aintree', 'Cobeña', 'Cory', 'Fringante', 'Norlis', 'Orblanche' y 'Previsión'), 3 de centeno ('Palas', 'Petkus' y 'Rapid') y 11 de triticale ('Camarma', 'Galgo', 'Noe', 'Senatrit', 'Sierra de Almaraz', 'Sierra de la Cierva', 'Tentudia', 'Titania', 'Trijan', 'Tritano' y 'Trujillo'), en cultivo monofito a una densidad de 300 semillas/m^2, en bloques al azar con 4 repeticiones. 'Palas' es un ecotipo local de centeno, las demás variedades son foráneas. Las variedades 'Previsión', 'Petkus' y 'Senatrit' se sembraron también con una densidad de 400 semillas/m^2 para ver el efecto de la densidad sobre los distintos parámetros estudiados.

Determinación de la precocidad de espigado

Se consideró que un tallo determinado alcanzó el principio de espigado cuando su espiga empezaba a asomar por encima de la vaina de la última hoja y que una variedad había alcanzado este estado cuando había varios tallos en inicio de espigado a lo largo de la parcela.

Aprovechamiento y muestreo

El criterio de aprovechamiento fue cosechar en torno a las 4 semanas después del inicio del espigado, lo que no se cumplió en las variedades de avenas ni en el centeno 'Palas', los cuales tuvieron que cortarse antes debido a que empezaron a encamarse. Se cortó toda la parcela con una motosegadora dotada de un peine de 1,20 m de ancho. La producción cosechada se pesó en verde en el campo, de la que se tomó muestra abundante para determinar el contenido en materia seca en laboratorio por desecación de una submuestra de 500 gramos en estufa de aire forzado a 80 ºC durante 17 horas. Por otro lado, se utilizó otra submuestra de 500 a 1000 g para determinación de la composición botánica por separación manual de la especie sembrada y otras especies. Una vez secas se molieron todas en molino de martillos con malla de 1 mm para análisis posteriores.

Sobre los datos obtenidos se realizó una separación de medias mediante Test de Duncan (para $p<0,05$) mediante el paquete estadístico SAS ('proc GLM', versión 8.01, 1999-2000 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Resultados y discusión

En este trabajo se presenta solamente información sobre precocidad de espigado, altura en el inicio espigado y producción de materia seca en todas las especies, y la rigidez del tallo en avena.

Fechas de inicio de espigado y corte

En la Tabla 1 se indican las diferentes fechas de inicio de espigado y corte, así como los días transcurridos entre ambas.

Tabla 1: Fechas de inicio del espigado y de corte, asi como días transcurridos entre ambas.

Especie	Variedad	Espigado (E)	Corte (C)	Dias EC
Avena	Cobeña	5/5/02	22/5/02	17
	Prevision	10/5/02	29/5/02	19
	Aintree	23/5/02	11/6/02	18
	Cory	23/5/02	11/6/02	18
	Fringante	23/5/02	11/6/02	18
	Norlys	23/5/02	11/6/02	18
	Orblanche	23/5/02	11/6/02	18
Centeno	Palas	15/4/02	8/5/02	23
	Petkus	23/4/02	22/5/02	29
	Rapid	7/5/02	7/6/02	30
Triticale	Senatrit	1/4/02	2/5/02	31
	Tentudia	6/4/02	2/5/02	26
	Galgo	10/4/02	8/5/02	28
	Tritano	11/4/02	8/5/02	27
	Trujillo	12/4/02	16/5/02	34
	S. Almaraz	14/4/02	16/5/02	32
	S. Cierva	15/4/02	16/5/02	31
	Titania	19/4/02	22/5/02	33
	Camarma	24/4/02	22/5/02	28
	Trijan	24/4/02	22/5/02	28
	Noe	26/4/02	29/5/02	33

El triticale fue la especie más precoz y la avena la más tardia. Las variedades de centeno se situaron en una zona intermedia habiendo cierto solapamiento con las de triticale y de avena. Según el criterio de aprovechamiento establecido en este ensayo las variedades precoces de triticale serían las más adecuadas para formar parte de una rotación con maíz, con objeto de dejar el terreno libre con antelación suficiente para la siembra del maíz en mayo. El centeno 'Palas' podría entrar también en este grupo.

Altura

Uno de los principales problemas de las mezclas de cereal y leguminosa en Galicia, en las que el cereal actúa como tutor, es su tendencia al encamado, que influye negativamente sobre los rendimientos (Pinthus, 1973) y sobre el porcentaje de forraje cosechado con respecto al producido (Castro y Piñeiro, 1998). La altura de la planta influye también en el encamado porque el momento flector inducido en la base es directamente proporcional a la altura (Ennos, 1991). Es, por tanto, una característica a tener en cuenta a la hora de elegir un tutor. En la Tabla 2 se indican las alturas alcanzadas por las distintas variedades. De todos modos, para conocer la capacidad como tutores de las distintas variedades para mezclas con leguminosas es necesario hacer un experimento con la presencia real de estas.

Tabla 2: Altura al inicio de espigado en cm de las diferentes variedades de cereales.

Avena	Altura	Centeno	Altura	Triticale	Altura
Fringante	116	Petkus	125	Senatrit	88
Cobeña	118	Rapid	131	Tentudia	99
Prevision	118	Palas	153	Camarma	100
Aintree	123			Galgo	101
Orblanche	125			Noe	101
Norlys	126			Titania	104
Cory	135			S. Almaraz	107
				Trijan	111
				Tritano	112
				Trujillo	114
				S. Cierva	117

Existe una gran diferencia dentro de cada especie y entre especies. Las variedades de triticale son de talla inferior a las del centeno y a la mayoría de las de avena. Esto explica en parte que no se hayan observado problemas de encamado en el triticale y, por el contrario, los hubo en la avena y en la variedad de centeno 'Palas', que tuvieron que aprovecharse antes de lo previsto por esta razón.

Rigidez del tallo

Como ya se ha comentado, el aprovechamiento de la avena se hizo en fechas anteriores a las previstas por la presencia de encamado pero se han observado diferencias en el grado de encamado, por lo que se hicieron estimaciones visuales sobre la rigidez del tallo (Tabla 3) porque influye en el grado de encamado final, al limitar la rotura por acción del viento (Baker *et al.*, 1998). Las variedades 'Cobeña' y 'Previsión' tienen el tallo menos rígido y serían, en principio, las menos apropiadas para actuar como tutores.

Contenido en materia seca, producción total y producción media diaria

En las Tablas 4, 5 y 6 se exponen los datos de contenido en materia seca y de producción total y media diaria de la variedad sembrada. Se excluyó la producción correspondiente a otras especies espontáneas, muy escasa en general, con una oscilación que varió entre el 0 y el 3 % de la producción total (variedad sembrada + espontáneas).

Tabla 3: Rigidez del tallo de las diferentes variedades de avena apreciación visual.

Avena	Rigidez tallo
Fringante	9
Cobeña	6
Prevision	4
Aintree	9
Orblanche	9
Norlys	9
Cory	9

1: muy poco rígido, 9: muy rígido.

Tabla 4: Producción de materia seca total y media diaria entre siembra y recolección, y contenido en materia seca en el momento de la recolección de variedades de avena.

	Producción		Contenido
Variedad	Total (t/ha)	Media diaria (kg/ha/dia)	Materia seca (%)
Orblanche	14,6 a	84 a	29,5
Norlys	14,2 a	82 a	28,1
Cory	13,6 ab	78 ab	27,6
Previsión (400 s/m^2)	13,3 ab	82 a	26,0
Cobeña	13,1 ab	85 a	26,8
Previsión (300 s/m^2)	12,6 abc	78 ab	27,5
Fringante	12,0 bc	69 bc	26,1
Aintree	11,0 c	63 c	28,0
MEDIA	13,1	78	27,5

Letras iguales dentro de cada columna indican que las producciones no son significativamente distintas (Test Duncan p<0,05).

Tabla 5: Producción de materia seca total y media diaria entre siembra y recolección, y contenido en materia seca en el momento de la recolección de variedades de centeno.

	Producción		Contenido
Variedad	Total (t/ha)	Media diaria (kg/ha/dia)	Materia seca (%)
Palas	13,2 a	94 a	28,9
Petkus (300 s/m2)	10,8 b	70 b	26,1
Petkus (400 s/m2)	10,6 b	68 b	27,3
Rapid	10,0 b	59 c	25,1
MEDIA	11,2	73	26,9

Letras iguales dentro de cada columna indican que las producciones no son significativamente distintas (Test Duncan p<0,05).

Las producciones totales alcanzadas por las distintas variedades de triticale oscilaron entre 10,3 y 14,6 t/ha de materia seca, mientras que las de avena oscilaron entre 11,0 y 14,6 y las de centeno entre 10,0 y 13,2 t/ha.Las producciones medias diarias, desde siembra a recolección, variaron entre los 74 y 102 kg/ha/día de materia seca para el triticale, entre 63 y 85 kg/ha/día para la avena y entre 59 y 94 kg/ha/día para el centeno.

Dentro de cada especie, existen diferencias significativas entre las distintas variedades, tanto en producción total como en producción media diaria, destacando por sus altos valores 'Titania', 'Trujillo' y 'Titano' en triticale, 'Orblanche' y 'Norlys' en avena y el ecotipo local 'Palas' en centeno.

Tabla 6: Producción de materia seca total y media diaria entre siembra y recolección, y contenido en materia seca en el momento de la recolección de variedades de triticale.

Variedad	Producción		Contenido
	Total (t/ha)	Media diaria (kg/ha/dia)	Materia seca (%)
Titania	14,6 a	94 abc	31,9
Trujillo	14,6 a	98 ab	29,1
Tritano	14,4 ab	102 a	27,7
S. Cierva	13,9 ab	93 abcd	31,2
S. Almaraz	13,6 abc	91 bcd	29,4
Noe	13,0 bcd	80 efg	34,7
Galgo	12,3 cde	87 cde	28,9
Camarma	11,6 def	75 fg	31,8
Senatrit (400 s/m2)	11,3 ef	84 def	29,4
Trijan	11,0 ef	74 g	27,6
Senatrit (300 s/m2)	10,4 f	77 efg	29,8
Tentudia	10,3 f	76 fg	29,9
MEDIA	12,6	86	30,1

Letras iguales dentro de cada columna indican que las producciones no son significativamente distintas (Test Duncan $p<0,05$).

En ninguna de las especies se han encontrado diferencias significativas entre las producciones de variedades sembradas con distintas dosis de semilla.

Conclusiones

Dentro de cada especie, las distintas variedades ensayadas mostraron grandes diferencias en precocidad de espigado, altura de planta, producción total y media diaria.

Se encontraron diferencias importantes entre las variedades de avena con respecto a la rigidez del tallo, lo que puede estar relacionado con su capacidad como tutores.

Las variedades más precoces fueron las de triticale y las más tardías las de avena, si bien hay un cierto solapamiento entre especies.

Las mayoría de las variedades de triticale mostraron una talla menor que las de avena y centeno.

Las producciones conseguidas oscilaron entre 10 y 14,6 t/ha de MS, lo que puede cubrir el objetivo de aquellos ganaderos que aspiren a utilizar un cultivo de invierno aprovechado en un solo corte para ensilar.

Para conocer la capacidad como tutores para mezclas con leguminosas es necesario hacer un experimento con la presencia real de éstas, si bien los resultados de este trabajo permiten especular sobre el posible comportamiento de las distintas variedades.

Referencias bibliográficas

BAKER, C.; BERRY, J.; SPINK, J.; SYLVESTER-BRALEY, R.; GRIFFIN, J.; SCOTT, R.; CLARE, R., 1998. A method for the assessment of the risk of wheat lodging. *Journal of Theoretical Biology*, **194**, 587-603.

BARBEYTO, F., 1997. *Programa de xestión de vacún de leite en Galicia 1980-1996. Evolución técnica no manexo das explotacións*. Consellería de Agricultura, Gandería e Montes, 132pp. Santiago de Compostela (España).

CASTRO, M.P.; PIÑEIRO, J., 1998. Efectos de la dosis de siembra de avena (*Avena sativa* L.) y veza común (*Vicia sativa* L.) en la producción, composición botánica y valor nutritivo de la asociación. *Actas de la XXVIII Reunión Científica de la SEEP*, 173-176.

ENNOS, A.R., 1991. The mechanics of anchorage in wheat *Triticum aestivum* L. *Journal of Experimental Botany*, **42**, 1607-1613.

PINTHUS, M., 1973. Lodging in wheat, barley and oats: the phenomenon, its causes and preventive measures. *Advances in Agronomy*, **25**, 209-263.

PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M., 1998. Alternativas forrajeras intensivas. *Memoria 1994-1996 del Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo*, 73-81. Consellería de Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria. Santiago de Compostela (España).

SUAREZ, R.; DIAZ, N.; PIÑEIRO, J.; SANTOALLA, C., 2002. Avena, centeno y triticale como tutores de guisante y veza en rotaciones forrajeras ecológicas. *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, 701-709.

OATS, RYE AND TRITICALE VARIETIES FOR ORGANIC AND CONVENTIONAL FORAGE ROTATIONS

SUMMARY

A total of 7 varieties of oats, 3 of rye, and 11 of triticale were studied as possible winter components of two crops per year forage rotations. They were sown as monocultures on 20/12/01 at Abegondo (A Coruña, NW Spain) and were harvested 4 weeks after ear emergence, except oats and a variety of rye, that were harvested in advance due to lodging. Ear emergence date, plant height at heading and dry matter yield were measured for the three species, and tiller stiffness in oats varieties. Heading varied from 1 April to 23 May, height between 88 and 153 cm and yield between 10 and 14,6 t/ha dry matter, with overlap among varieties of the different species. Oats tiller stiffness varied between 4 and 9 (1 least, 9 most).

Key words: forage cereal, winter forage.

INCIDENCIA DEL PASTOREO OTOÑAL SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE UN CULTIVO DE ALFALFA

I. Delgado, D. Anzuela y F. Muñoz.

Servicio de Investigación Agroalimentaria. Diputación General de Aragón
Apartado 727. 50080 Zaragoza.

Resumen

Se estudió la incidencia del aprovechamiento a diente por ganado ovino del rebrote otoñal después del último corte de un cultivo de alfalfa cv 'Aragón', sobre la producción y calidad del forraje del año siguiente en regadío, en Zaragoza, durante el periodo 1999-2002. No se detectaron diferencias significativas con respecto a la siega para heno en la producción de forraje anual, contenido en proteína bruta y persistencia del cultivo. El primer año se realizaron cinco cortes aunque el primero no se contabilizó por la excesiva presencia de malas hierbas de hoja ancha. La producción media de cuatro cortes fue de 8468 kg de MS/ha. El segundo y tercer años hubo una producción media anual de 15 178 kg y 13 636 kg de MS/ha, respectivamente. La presencia de malas hierbas en el primer corte continuó siendo abundante en el segundo año y se redujo significativamente ($P<0,05$) en el tercero, como consecuencia del pastoreo. La calidad del forraje del primer corte, una vez separadas las malas hierbas, tampoco se vio afectada, siendo el contenido de proteína bruta de 22,01 % en el año 2000 y de 20,60 % en 2001.

Palabras clave: *Medicago sativa* L., rendimiento, proteína bruta, malas hierbas, persistencia.

Introducción

El aprovechamiento a diente del último rebrote otoñal es una práctica tradicional en la ganadería ovina del Valle del Ebro, que permite disponer de pasto a lo largo del invierno, en una época del año en la que escasean los recursos pastables.

Esta práctica es cuestionada por algunos productores de alfalfa que destinan el cultivo para henificado o industrialización, porque temen pérdidas en la cosecha como consecuencia de los posibles daños que pueda causar el pastoreo a las coronas de las plantas, por la compactación producida en el suelo y por la difusión de malas hierbas a través de las heces.

Algunos efectos del pastoreo en el cultivo de la alfalfa durante el período de reposo invernal han sido estudiados por otros autores. Bell *et al.* (1996) y Chocarro *et al.* (2001) apreciaron un mayor control de las malas hierbas como consecuencia del pastoreo invernal. Wynn-Willians *et al.* (1989) y Dowdy *et al.* (1992) observaron que el pastoreo reducía la población de algunas plagas invernantes. Wynn-Willians *et al.* (1989) y Chocarro *et al.* (2001) observaron, asimismo, una ligera reducción en el rendimiento de forraje del primer corte de primavera. Luna (1996) estudió la movilización de reservas nutritivas almacenadas en las raíces y corona durante el invierno, simulando el pastoreo mediante diversos despuntes practicados con tijeras. El estudio mostró que los sucesivos despuntes invernales reducían el peso y el nivel de reservas en la corona y raíz, concluyendo que el efecto se aminoraba practicando un despunte único, cuando el rebrote había adquirido su máximo desarrollo.

El presente trabajo tiene por finalidad estudiar los efectos del aprovechamiento a diente del último rebrote otoñal sobre la producción del forraje del año siguiente de un cultivo de alfalfa, practicando un único aprovechamiento cuando el cultivo ha sufrido las primeras heladas.

Material y métodos

El estudio se llevó a cabo en un alfalfar de una hectárea, regado por inundación, en Zaragoza, durante el período 1999-2002.

Las características climatológicas del periodo de ensayos se presentan en la Tabla 1. En ella se puede apreciar que, durante el periodo noviembre-febrero, tuvieron lugar el 18,1 % de las precipitaciones totales del año, de media; hubo 40 días de heladas y la mínima extrema alcanzó –11,1 ºC. Las características edafológicas de la parcela corresponden a un suelo aluvial, no salino, de textura franca, pH al agua (1:2,5) 8,16 y fertilidad media.

Tabla 1: Características climatológicas de Zaragoza (Campus de Aula Dei) durante el periodo de ensayos.

Periodo	Temp. med. max. °C	Temp. med. min. °C	Precip. total mm	Temp. min. extr. °C	Dias de heladas Nº
Nov-98/Oct-99	20,9	8,6	352,5	-7,5	44
Nov-99/Oct-00	20,9	8,7	339,6	-6,0	55
Nov-00/Oct-01	21,6	9,1	310,5	-3,3	24
Nov-98/Feb-99	12,2	2,1	57,1	-7,5	41
Nov-99/Feb-00	12,4	1,4	35,0	-6,0	55
Nov-00/Feb-01	13,4	3,5	131,8	-3,3	24
Nov-01/Feb-02	12,9	1,3	18,5	-11,1	42

La siembra se realizó el 27 de septiembre de 1998, utilizando el cv 'Aragón' a la dosis de siembra de 25 kg/ha. Como abonado de fondo se aportaron 600 kg/ha de complejo 8-24-8. En los años siguientes, se aportaron 300 kg/ha de superfosfato cálcico del 45 % de riqueza y 300 kg/ha de sulfato potásico del 50 %, al final del invierno.

Se llevaron a cabo dos tratamientos: "solo siega" y "pastoreo otoñal". El primero consistió en la siega del alfalfar para heno cada vez que la planta alcanzaba el estado 10 % de tallos floridos, excepto el primer corte que, al no florecer, se segaba cuando emergía el nuevo rebrote y, el último, que se cortaba en estado vegetativo al inicio del otoño. Con el segundo tratamiento se efectuaron los mismos cortes salvo el último corte de otoño que se sustituyó por el pastoreo de un rebaño de 300 cabezas de ganado ovino.

El diseño estadístico fue en parcelas al azar con cinco repeticiones, siendo el tamaño de la parcela elemental de 1000 m^2. Para ello, el alfalfar se dividió en cinco parcelas de 2000 m^2 mediante cerca fija. Durante el aprovechamiento otoñal, cada una de las parcelas se dividió, a su vez, en dos mitades con una cerca móvil, una de las cuales se segó y la otra se pastoreó.

La evaluación de la producción de forraje se llevó a cabo en todos los cortes mediante la extracción de cuatro cuadros de 0,25 m^2 por tratamiento y repetición, tomados al azar en lugares próximos a la cerca separadora de los tratamientos "solo siega" y "pastoreo otoñal". El forraje se secó en estufa de ventilación forzada durante 48 horas hasta peso constante. En el primer corte de 2000 y 2001, se separaron las malas hierbas y se analizó el contenido en proteína bruta por el método de Kjeldahl (A.O.A.C., 1990). El primer corte de 1999 no se evaluó, ya que se consideró como un corte de limpieza de malas hierbas lo que es habitual en la zona.

La densidad de plantas se estimó en otoño de 1999 y al final del invierno en 2000, 2001 y 2002, mediante el conteo visual de cuatro cuadros de 0,5 m^2 por tratamiento y repetición. Con el fin de mejorar la estimación, las plantas se arrancaron en un cuadro de cada tratamiento y repetición, y se corrigieron los datos en función de la desviación apreciada entre el conteo visual y el real.

El análisis estadístico de las producciones de materia seca se realizó mediante el cálculo de la varianza en cada uno de los cortes y arranques. Cuando el valor de la F resultó significativo al nivel del 5 %, se compararon las medias mediante el método de la Mínima Diferencia Significativa utilizando el programa informático SAS (S.A.S., 1989).

Resultados y discusión

La producción de forraje del alfalfar, en los tres años en los que se llevó a cabo el experimento, se presenta en la Tabla 2. El primer año se realizaron cinco cortes aunque el primero no se contabilizó por la excesiva presencia de malas hierbas de hoja ancha. La producción media de los cuatro cortes fue de 8468 kg de MS/ha. El segundo y tercer años se realizaron seis y cinco cortes, con una producción media anual de 15 178 kg y 13 636 kg de MS/ha, respectivamente. No se detectaron diferencias significativas (P>0,05) en función del tratamiento. El pastoreo otoñal afectó significativamente (P<0,05) a la producción de alfalfa del primer corte en el segundo año, pero no a la del tercer año.

Tabla 2: Producción de forraje (kg de materia seca/ha) en un alfalfar destinado a heno con y sin pastoreo otoñal.

Nº corte	1º	Mh (1º)	2º	3º	4º	5º	6º	Total alfalfa
1er Año (1999)								
Fecha del corte	-	-	1-jul	2-ago	22-sep	8-nov	-	
Solo siega	-	-	2.640	2.495	2.289	1.044	-	8.468
2º año (2000)								
Fecha del corte	17-abr	17-abr	29-may	28-jun	2-ago	5-sep	30-oct	
Solo siega	2.422	1.354	3.053	2.918	2.692	2.530	1.180	14.794
Con pastoreo otoñal	2.996	1.208	3.250	3.044	2.640	2.372	1.259	15.561
Significación	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
3er año (2001)								
Fecha del corte	17-abr	17-abr	31-may	6-jul	10-ago	8-oct		
Solo siega	2.980	478	3.662	3.381	2.331	1.525	-	13.879
Con pastoreo otoñal	3.012	221	3.411	3.147	2.411	1.416	-	13.398
Significación	NS	*	NS	NS	NS	NS		NS

NS = P>0,05; * = P<0,05.

En lo que respecta a la presencia de malas hierbas en el primer corte, continuó siendo abundante en el segundo año y se redujo notablemente en el tercero. En el segundo año hubo una pequeña reducción de malas hierbas en las parcelas pastoreadas, aunque no significativa (P>0,05), pero, en el tercer año, la reducción fue significativa (P<0,05) en las parcelas pastoreadas.

La calidad del forraje del primer corte, una vez separadas las malas hierbas, tampoco se vio afectada, siendo el contenido de proteína bruta de 22,01 % en el año 2000 y de 20,59 % en 2001. Es de suponer que si se hubieran incorporado las malas hierbas, la calidad del forraje habría descendido en las parcelas no pastoreadas otoñalmente, debido a la inferior calidad de las malas hierbas presentes, en su mayoría especies del género *Brassica*, en estado de floración o en proceso de maduración de la semilla. El contenido medido de proteína bruta de la campaña 2001, en la que se efectuó el análisis químico en todos sus cortes, fue de 20,05 % en el tratamiento "pastoreo otoñal" y de 19,94 % en el tratamiento "solo siega".

La población de plantas presentó un proceso evolutivo de reducción anual, según se muestra en la Tabla 3. No hubo diferencias significativas (P>0,05) entre tratamientos, con la excepción del segundo año, cuyo poblamiento fue inferior en las parcelas pastoreadas, pero aquel se igualó en el tercer año.

Tabla 3: Número de plantas presentes por m^2 en un alfalfar destinado a heno con y sin pastoreo otoñal.

Fecha	29.10.98	11.11.99	21.2.00	26.2.01	14.1.02
Solo siega	245	148	146	94	71
Con pastoreo otoñal	-	-	139	74	72
Significación	-	-	NS	*	NS

NS = P>0,05; * = P<0,05.

Los resultados obtenidos son coincidentes con los aportados por otros autores (Chocarro *et al.*, 2001; Luna, 1996) y muestran que el aprovechamiento otoñal del último rebrote de la alfalfa, no afectó a la producción ni a la persistencia del cultivo. Estos resultados confirman los aspectos positivos de la práctica habitual llevada hasta el momento por los agricultores de aprovechar a diente el último corte otoñal, debido a la dificultad de henificar en esta época. La práctica del pastoreo podría sustituirse por la siega para deshidratación cuando ello sea factible por razones económicas, pero no sobre la base de los daños que pueda ocasionar el ganado al cultivo.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten concluir que el aprovechamiento otoñal por el ganado ovino del último rebrote del alfalfar, no afecta a la producción ni a la calidad del forraje del primer corte primaveral, pudiendo contribuir al control de las malas hierbas. Tampoco se apreció una disminución de la persistencia como consecuencia del pastoreo.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado dentro Programa Sectorial de I+D Agrario y Alimentario del M.A.P.A., proyecto SC98-043-C2-01.

Los autores agradecen a D. Juan Angel Tanco Salaverri su colaboración técnica.

Referencias bibliográficas

A.O.A.C., 1990. *Oficial Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists.* Arlington, USA.

BELL, C.E.; GUERRERO, J.N.; GRANADOS, E.Y., 1996. A comparison of sheep grazing with herbicides for weed control in seedling alfalfa in the irrigated Sonoran desert. *Journal of Production Agriculture*, **9 (1)**, 123-129.

CHOCARRO, C.; LLEDÓ, M.; FANLO, R.; LLOVERAS, J., 2001. Effect of winter grazing on the protein contents of alfalfa spring regrowth. *Options Méditerranéennes.* **Serie A, 45**, 253-255.

DOWDY A.K., BERBERET R.C., STRITZKE J.F., CADDEL J.L., MCNEW R.W., 1992. Late fall harvest, winter grazing, and weed control for reduction of alfalfa weevil (*Coleoptera: Curculionidae*) populations. *Journal of Economic Entomology*, **85 (5)**, 1946-1953.

LUNA, L., 1996. *Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de forraje, la calidad y la movilización de las reservas de la alfalfa cv. 'Aragón'*, 266 pp. Tesis doctoral, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.

SAS, 1989. *SAS user's guide : Statistics version 6.12.* SAS Institute Inc., Cary, N.C. USA.

WYNN-WILLIANS, R.B.; REA, M.B.; PURVES, R.G.; HAWTHORNE, B.T., 1989. *Influence of winter treading on lucerne*. Proceedings of XVI International Grassland Congress, Nice, France, 1019-1020.

INFLUENCE OF AUTUMN GRAZING ON THE PRODUCTION AND QUALITY OF ALFALFA

SUMMARY

The effects of grazing the autumn regrowth alfalfa by sheep were studied under irrigated conditions, in Zaragoza, during the1999-2002 period. No significant differences were found in annual dry matter yield, crude protein content and persistence of plants, in comparison with the plot not grazed. In the first year, five cuts were performed, though the first one was not taken into account due to the excessive presence of wide leaf weeds. The average production of four cuts was 8468 kg DM/ha. In the second and third years, there was an annual average production of 15 178 kg and 13 636 kg DM/ha, respectively. The proportion of weeds in the first cut continued being elevated in the second year and was significantly reduced (P<0,95) in the third one because of grazing. The quality of the forage from the first cut, once the weeds were removed the weeds was not affected either, being the crude protein contents 22,01 % and 20,60 % in the years 2000 and 2001 respectively.

Key words: *Medicago sativa* L., yield, crude protein, weeds, persistence.

INFLUENCIA DE LA ALTURA DE CORTE EN LA PRODUCCIÓN Y EN LA CALIDAD FORRAJERA DE VARIEDADES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) DE CICLO FAO 700 EN REGADÍO, EN EL NORDESTE DE ESPAÑA

J. Salvia,[1] J. Serra,[1] y M. Aragay[2]

[1] Àrea de Conreus Extensius. IRTA - Fundació Mas Badia. Estació Experimental Agrícola Mas Badia. 17134 La Tallada d'Empordà (Girona). [2] DARP. Laboratori Agroalimentari de Cabrils. Carretera de Vilassar de Mar a Cabrils, s/n. 08348 Cabrils (Barcelona).

Resumen

La incidencia de la altura de corte en la producción y en la calidad forrajera de los híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) 'Acoval', 'Dedra', 'Eleonora', 'Oropesa' y 'Pegaso' fue evaluada durante los años 1998, 1999 y 2000, en la localidad de La Tallada d'Empordà (Girona). Se establecieron tres criterios de altura de corte: cortar por la base del tallo (aprovechamiento de planta entera); cortar por el nudo de inserción de la mazorca principal (aprovechamiento debajo de la mazorca) y cortar por el punto medio de las dos opciones anteriores (aprovechamiento de media altura). Se ha observado una disminución de la producción de materia seca al aumentar la altura de corte, con unas pérdidas del 17,5 % y del 33,5 %, en los aprovechamientos de media altura y debajo de la mazorca, respecto al de planta entera (27,4 Mg ha^{-1}) . Se han determinado para cada altura de corte y variedad el contenido en almidón y azúcares solubles, lignina y FND. Con el aumento de la altura de corte se ha observado un incremento del contenido en almidón y azúcares solubles, y una disminución del contenido en FND y lignina. La producción de materia orgánica digestible ha disminuido conforme ha aumentado la altura de corte.

Palabras clave: Digestibilidad, híbrido, contenido en mazorca, valor nutritivo, contenido en fibras.

Introducción

El productor de maíz forrajero requiere además de una elevada producción de forraje una alta calidad de éste. El contenido en carbohidratos no estructurales (almidón y azúcares solubles), presentes mayoritariamente en el grano, inciden en la calidad y el valor nutritivo del maíz forrajero (Succi *et al.*, 1995). Además la elevada digestibilidad de la mazorca equilibra la digestibilidad del total de la planta, ya que el tallo y las hojas, debido a unos mayores contenidos en fibras, tienen una digestibilidad más baja (Sapienza, 2002).

De lo anteriormente citado se deduce que una mayor proporción de mazorca equivale en muchas ocasiones a un forraje más energético y más digestible, y por el contrario con una mayor proporción de tallos y hojas se obtiene un forraje con un peor valor nutritivo. Para incrementar la proporción de mazorca respecto el total de la planta se puede cortar ésta a una mayor altura, dejando parte del tallo y de las hojas en el campo. Según Succi *et al.* (1995) no aprovechar la base del tallo aumenta la calidad del ensilado, traducido en un forraje menos fibroso y con un mayor contenido en

unidades forrajeras leche e incrementa la fertilidad del terreno con el aporte de materia orgánica. Sin embargo, en un estudio realizado por Gaspari *et al.* (1997) sobre el momento de recolección y la altura de corte en maíz para forraje muestra que cortar a cierta altura no se traducía en un incremento suficiente de la calidad como para rechazar la producción de forraje no aprovechado.

Diversos estudios demuestran la existencia de diferencias en el rendimiento y en el valor nutritivo del forraje entre híbridos comerciales de maíz (Serra *et al.*, 2002; Suarez y Piñeiro, 2002; Bosch *et al.*, 1992; Galdúroz y Sáez, 2000; Roth, 1994). En consecuencia la variación de la altura de corte puede tener una incidencia distinta en función del híbrido.

En la presente comunicación se ha estudiado la influencia de la altura de corte sobre la producción y la calidad del maíz para forraje en distintas variedades comerciales de ciclo FAO 700, en las condiciones agroclimáticas del nordeste de España.

Material y métodos

Las experiencias se han realizado en la Estació Experimental Agrícola Mas Badia situada en La Tallada d'Empordà, en la provincia de Girona (nordeste de España), durante los años 1998, 1999 y 2000.

Se han establecido quince tratamientos que corresponden a la combinación de dos factores, la altura de corte (Tabla 1) y la variedad (Tabla 2). La altura media de corte de todas las variedades y años ha sido de 126 y 63 cm para debajo de mazorca y media altura, respectivamente. El diseño del ensayo ha sido en bloques al azar con tres repeticiones. El tamaño de la parcela elemental ha sido de 15 m^2, correspondientes a cuatro hileras de maíz de cinco metros de longitud, separadas 0,75 m. Los controles se han realizado en las dos hileras centrales de cada parcela.

Tabla 1: Tipos de aprovechamiento de los ensayos para determinar la incidencia de la altura de corte en la producción y la calidad del maíz forrajero, realizados en los años 1998, 1999 y 2000, en La Tallada d'Empordà (Girona).

Clase de aprovechamiento	Criterio utilizado
1.- Debajo de la mazorca	Se ha cortado justo debajo del nudo de inserción de la mazorca principal.
2.- Media altura	Se ha cortado en el punto medio entre el nudo de inserción de la mazorca principal y la base del tallo.
3.- Planta entera	Se ha cortado en la zona de la base del tallo.

Tabla 2: Variedades incluidas en los ensayos para determinar la incidencia de la altura de corte en la producción y la calidad del maíz forrajero, realizados en los años 1998, 1999 y 2000, en la Tallada d'Empordà (Girona).

Variedad	Tipo de híbrido	Ciclo FAO	Empresa comercializadora
Acoval	Híbrido simple	700	Arlesa semillas
Dedra	Híbrido simple	700	Pioneer Hi-Bred
Eleonora	Híbrido simple	700	Pioneer Hi-Bred
Oropesa	Híbrido simple	700	Semillas Fitó
Pegaso	Híbrido simple	700	Advanta

El cultivo se ha realizado en condiciones de riego por gravedad. La siembra se ha efectuado, los tres años, durante la primera quincena del mes de abril, a una densidad de siembra variable entre 80.000 y 95.000 semillas ha^{-1}. El aprovechamiento forrajero se ha efectuado en una fecha distinta para cada variedad, en función del momento en que se ha alcanzado un contenido de materia seca de la planta entera comprendido entre el 30 y el 35 %.

Se ha determinado la producción de materia seca en las dos hileras centrales de cada parcela. En cada una de ellas se ha evaluado el porcentaje de materia seca mediante el secado de una muestra de forraje, procedente de 10 plantas seleccionadas al azar, en una estufa de aire forzado a

60º C. Las determinaciones de calidad, para cada variedad, se han efectuado en una muestra compuesta obtenida a partir de las submuestras de cada parcela. El contenido en lignina, que se ha determinado por espectrofotometría en el infrarrojo cercano (NIRS), y el contenido en fibra neutro detergente (FND) (Van Soest *et al.*, 1991) se han analizado en el Laboratori Agroalimentari de Cabrils (Barcelona). El contenido en almidón y azúcares solubles y la digestibilidad de la materia orgánica, según el método propuesto por Aufrère (1982), se han obtenido por NIRS, en el Laboratorio de Limagrain Genetics de Riom (Francia).

Resultados y discusión

Los resultados de producción, contenido en almidón y azúcares solubles, FND, lignina y digestibilidad del forraje se muestran en la Figura 1. Se observa una disminución de la producción de materia seca al aumentar la altura de corte, debido a que cada vez se aprovecha una menor cantidad de tallos y hojas. Las pérdidas medias de rendimiento han sido de 4,8 Mg ha^{-1} (17,5 %) cuando se corta a media altura; y de 9,7 Mg ha^{-1} (35,4 %) cuando se corta debajo de mazorca, con respecto al aprovechamiento de planta entera. La producción ha disminuido de forma similar en todas las variedades en función de la altura de corte (P=0,3452), aunque el ritmo de la disminución de ésta ha sido diferente significativamente entre años (P=0,0040). Succi *et al.* (1995) demostraron también una disminución del rendimiento de materia seca similar a este estudio, concretamente del 12,5 % a una altura de corte de 75 cm, respecto al aprovechamiento de la planta entera.

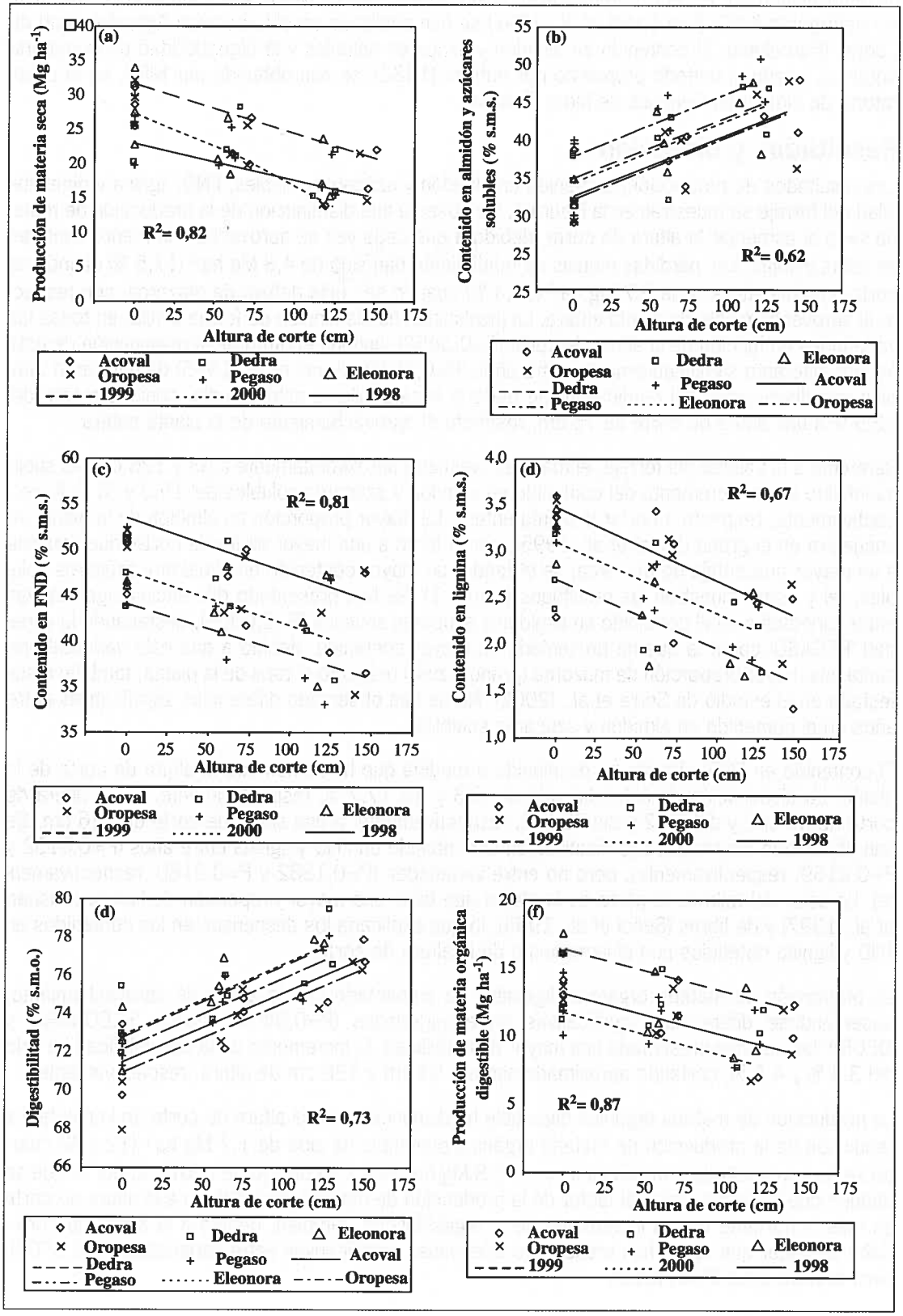
Referente a la calidad del forraje, el maíz aprovechado aproximadamente a 63 y 126 cm del suelo ha influido en un incremento del contenido en almidón y azúcares solubles del 15,3 y 31,2 %, respectivamente, respecto a cortar la planta entera. La mayor proporción en almidón de la planta se encuentra en el grano (Succi *et al.*, 1995); por lo tanto a una mayor altura de corte, que equivale a un mayor porcentaje de mazorca, se obtendrá un mayor contenido en almidón y azúcares solubles, tal y como muestran los resultados (Figura 1). Se han presentado diferencias significativas entre variedades en el contenido en almidón y azúcares solubles (P=0,0005), destacando la variedad 'PEGASO' como la que ha presentado un mayor contenido, debido a que esta variedad presenta una mayor proporción de mazorca (grano y zuro) respecto el total de la planta, también manifestado en el estudio de Serra *et al.*, (2002). No se han observado diferencias significativas entre años en el contenido en almidón y azúcares solubles.

El contenido en FND y lignina ha disminuido a medida que ha aumentado la altura de corte de la planta. La disminución de éstos ha sido del 6,3 y del 17,7 %, respectivamente, a una altura de corte de 63 cm; y del 16,2 y del 32,6 %, respectivamente, a una altura de corte de 126 cm. Se han observado diferencias significativas en el contenido en FND y lignina entre años (P=0,0152 y P=0,0169, respectivamente), pero no entre variedades (P=0,1882 y P=0,3180, respectivamente). La base del tallo es la parte de la planta que tiene una mayor proporción de lignina (Gaspari *et al.*, 1997) y de fibras (Succi *et al.*, 1995), lo que explicaría los descensos en los contenidos en FND y lignina obtenidos con el incremento de la altura de corte.

La proporción de materia orgánica digestible ha aumentado con la altura de aprovechamiento, observándose diferencias significativas entre variedades (P=0,0404), siendo 'ELEONORA' y 'DEDRA' las que han presentado una mayor digestibilidad. El incremento de la digestibilidad ha sido del 3,4 % y 4,5 %, cortando aproximadamente a 63 cm y 126 cm de altura, respectivamente.

La producción de materia orgánica digestible ha disminuido con la altura de corte de la planta. La reducción de la producción de materia orgánica digestible ha sido de 1,7 Mg ha^{-1} (12,3 %) cuando se ha aprovechado a media altura y de 3,8 Mg ha^{-1} (28,2 %) debajo de mazorca; por lo que se deduce que la disminución del factor de la producción de materia seca debido a la altura de corte es más importante que el incremento de la digestibilidad, también, debido a la altura de corte. Cabe destacar que no se han presentado diferencias significativas entre variedades (P=0,3706), pero si entre años (P=0,0013).

Figura 1: Variación de la producción de materia seca[a], contenido en almidón y azúcares solubles[b], FND[c], lignina[d], digestibilidad[e] y producción de materia orgánica digestible[f] en función de la altura de corte de los ensayos realizados los años 1998, 1999 y 2000, en La Tallada d'Empordà (Girona).



Conclusiones

La variación de la altura de corte tiene una fuerte incidencia sobre la producción y el valor nutritivo del forraje.

El aumento de la altura de corte representa una disminución de la producción de materia seca, no observándose diferencias significativas entre variedades. No se observa una interacción significativa entre la variedad y la altura de corte.

Al aumentar la altura de aprovechamiento, se produce un incremento del contenido en almidón y azúcares solubles, y una disminución del contenido en fibra neutro detergente y lignina, presentándose diferencias significativas entre variedades únicamente en el contenido en almidón y azúcares solubles.

La digestibilidad aumenta proporcionalmente con la altura de corte, observándose diferencias significativas entre variedades. La producción de materia orgánica digestible disminuye a la vez que aumenta la altura de corte.

Agradecimientos

Los ensayos se han realizado dentro del convenio de colaboración entre la Asociación de Frisona de Girona (AFRIGI), el Servei de Millora i Extensió Ramadera (SEMEGA), el Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (DARP) de la Generalitat de Catalunya, el Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) y la Fundació Mas Badia, en el marco del Campus Agroalimentari de Girona.

Referencias bibliográficas

AUFRÈRE, J., 1982. Étude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. *Ann. Zooetech*, **31**, 111-130.

BOSCH, L.; MUÑOZ, F.; CASAÑAS, F.; SÁNCHEZ, E; NUEZ, F., 1992. Valoración forrajera de 24 híbridos comerciales de maíz de ciclo largo: parámetros de producción de biomasa y de calidad nutritiva. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.*, **7(2)**, 129-142.

GALDÚROZ, G.; SÁEZ, J.L., 2000. Nuevos enfoques de la valoración energética del maíz forrajero. *Navarra Agraria*, **121**, 28-37.

GASPARI, F.; VECCHIETTINI, M.; CINTI, F., 1997. Epoca di raccolta e altezza di taglio del foraggio integrale di mais: effetti su produzione, conservazione e utilizzazione degli insilati nell'ingrasso del vitellone. *Zoot. Nutr. Anim.*, **23**, 27-39.

RIVEROS, E.; ARGAMENTERÍA, A., 1987. Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. *Avances en Producción Animal*, **12**, 49.

ROTH, G. W., 1994. Hybrid quality and yield differences for corn silage in Pennsylvania. *J. Prod. Agric.*, **7**, 50-54.

SAPIENZA, D., 2002. Caracterización de híbridos de maíz para la producción de leche . ¿Qué espera una vaca de los híbridos que come?. *XLII Reunión Científica de la SEEP*. Lérida.

SERRA, J.; SALVIA, J; ARAGAY, M.; PUIGDOMÈNECH, M.A., 2002. Evaluación de la aptitud forrajera de variedades comerciales de maíz (*Zea mays* L.) de ciclo FAO 700 cultivadas en regadío, en el nordeste de España. *Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP*, 285-290.

SUAREZ, R; PIÑEIRO, J, 2002. Elección de variedades de maíz forrajero en Galicia. *Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP*, 309-314. Lérida.

SUCCI, G.; CROVETTO, G.M.; TAMBURINI, A.; RAPETTI, L.; GALASSI, G., 1995. Valore nutritivo e produttività di insilati di mais tagliato a diversa altezza dal suolo. *Zoot. Nutr. Anim.*, **21**, 13-24.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, **74**, 3583-3597.

SUMMARY

During years 1998, 1999 and 2000, it was evaluated the influence of cutting height on yield and forage quality of commercial corn hybrids (*Zea mays* L.) cv. 'Acoval', 'Dedra', 'Eleonora', 'Oropesa' and 'Pegaso', at the locality of La Tallada d'Empordà (Girona). Three criteria for the height of cut were established: undercut of ear, under insertion node of principal ear; half-height, at the middle distance between insertion node of principal ear and the stem bottom; and whole plant, at the bottom of the stem. A decrease of dry matter yield was observed for increasing cutting height, with losses of 17,5 % and 33,5 %, for half-height and undercut of ear, relative to whole plant (27,4 Mg ha^{-1}). Starch plus soluble sugars, lignin and NDF content were determined for each cutting height and for each variety. An increase of starch plus soluble sugars content and a decrease of the NDF and lignin content was observed with higher cutting heights. Digestible organic matter yield decreased with the increase of the cutting height.

Key words: Digestibility, hybrid, ear content, nutritive value, fibre content.

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DEL VALOR NUTRITIVO DE VARIEDADES COMERCIALES DE RAIGRÁS ITALIANO ALTERNATIVO (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. *alternativum*), EN EL NORDESTE DE ESPAÑA

J. Serra,[1] J. Salvia,[1] M. Aragay,[2] y X. Carré[3]

[1] Àrea de Cultius Extensius. IRTA - Fundació Mas Badia. Estació Experimental Agrícola Mas Badia. 17134 La Tallada d'Empordà (Girona). [2] DARP - Laboratori Agroalimentari de Cabrils. Carretera de Vilassar de Mar a Cabrils, s/n. 08348 Cabrils (Barcelona). [3] Diputació de Girona - SEMEGA. Campus Agroalimentari de Girona. 17121 Monells (Girona).

Resumen

Los años agrícolas 1999-00, 2000-01 y 2001-02 se han realizado tres ensayos para evaluar la aptitud forrajera de las variedades de raigrás italiano (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. *alternativum*) cv 'Claro', 'Hellen', 'Lemnos', 'Liquatro', 'Major', 'Promenade', 'Speedyl', 'Trinova' y 'Wesley' en la localidad de Monells (Girona), en secano. Se han realizado tres cortes en todos los genotipos. Se ha observado una mayor variación de la producción total entre cultivares que entre campañas. La producción de materia seca ha diferido de forma significativa entre las variedades en el primer y tercer corte, obteniéndose los mayores valores con 'Trinova' y 'Speedyl', respectivamente. Aún así, la producción total anual no ha variado significativamente entre genotipos. La composición bromatológica del forraje ha variado en función del momento de corte, obteniéndose los valores más altos del contenido en fibras y lignina, en los cortes más tardíos. También ha variado en función de la variedad, principalmente el contenido en fibra ácido detergente en el segundo y tercer corte, siendo 'Liquatro' el cultivar que ha presentado los valores más bajos.

Palabras clave: Ensayo de variedades, materia seca, proteína bruta, digestibilidad de la materia orgánica.

Introducción

El raigrás es uno de los principales cultivos forrajeros en las provincias de Girona y Barcelona, con una superficie de 8358 ha (DARP, 1999), mayoritariamente en fincas de secano (88 %). En las zonas con una altitud inferior a 500 m, la variedades más utilizadas corresponden a raigrás italiano alternativo. Éstas presentan un ciclo anual y tienen una buena adaptación a la climatología de estas comarcas, con una aptitud para crecer a bajas temperaturas y un periodo de cultivo que coincide normalmente con los meses de mayor pluviometría, lo que explicaría su buen comportamiento en secano. Las mayores producciones se obtienen en siembras precoces, durante el mes de Septiembre (Rodríguez *et al.*, 1985), realizándose un número variable de cortes hasta el mes de Mayo. La mayoría de las variedades cultivadas por los agricultores son tetraploides.

En ensayos realizados en Asturias, Galicia y Navarra durante el periodo 1978-2001, para conocer el valor agronómico de las nuevas variedades de raigrás italiano alternativo, con la finalidad de su

inclusión en la Lista de Variedades Comerciales de España, se observan diferencias de producción entre cultivares, superando muchos de ellos la producción promedio de los testigos 'Tewera' y 'Vitesse' (Díaz *et al.*, 2001). Por el contrario, Delgado (1980) y Roselló (1976) no encontraron diferencias significativas entre genotipos en la producción anual de materia seca. La información existente sobre el comportamiento de las variedades de raigrás italiano alternativo, en el nordeste de España es escasa. En la presente comunicación se presentan los resultados de ensayos comparativos de las variedades comerciales más cultivadas en esta zona, en los que se ha evaluado tanto su capacidad de producción como su valor nutritivo.

Material y métodos

Los ensayos se han realizado en la finca 'Camps i Armet' del Campus Agroalimentari de Girona situada en la localidad de Monells (Girona), en el nordeste de España, durante los años agrícolas 1999-00, 2000-01 y 2001-02, en condiciones de clima mediterráneo litoral.

Se han ensayado nueve variedades de raigrás italiano alternativo, todas ellas tetraploides. De éstas, 'Claro', 'Promenade', 'Speedyl' y 'Trinova' están inscritas en la Lista de Variedades Comerciales de España, mientras que el resto en el Catálogo Común de Variedades de Especies de Plantas Agrícolas de la Unión Europea. El diseño de los ensayos ha sido en bloques al azar con tres repeticiones. El tamaño de la parcela elemental ha sido de 6 m^2, correspondientes a 1,2 m de ancho y 5 m de largo.

Los ensayos se han sembrado entre mediados de Septiembre e inicios de Octubre, dependiendo del año, con una sembradora de microparcelas, en líneas separadas 15 cm, a una dosis de 35 kg ha^{-1} de semilla. El abonado de fondo ha consistido en 25 Mg ha^{-1} de estiércol de vacuno, conjuntamente con 60-60-60 kg ha^{-1} de N-P_2O_5-K_2O, aportados en forma del complejo 15-15-15. En cobertera se han aportado, en todas las parcelas, 50 kg ha^{-1} de nitrógeno en forma de nitrato amónico 33,5 %, inmediatamente después de los dos primeros cortes. En cada una de las tres campañas se han realizado tres cortes: el primero en la segunda quincena de Diciembre o primera de Enero, el segundo en la primera quincena de Marzo y el tercero en los últimos días de Abril o primera quincena de Mayo. El tercer corte se ha efectuado, en todos los casos, en el estadio de inicio de emergencia de la espiga. Todos los cortes se han realizado el mismo día, en todas las variedades. Los experimentos se han efectuado en secano.

Se ha determinado, en todas las parcelas y en cada momento de corte, la producción de materia seca. El contenido en materia seca se ha obtenido mediante secado en una estufa de aire forzado a 60 º C. Las determinaciones de calidad, para cada variedad y corte, se han realizado en una muestra compuesta obtenida a partir de las submuestras de cada bloque. El contenido en proteína bruta (PB), en fibra ácido detergente (FAD) y en lignina se han determinado por espectrofotometría en el infrarrojo cercano (NIRS) en el Laboratori Agroalimentari de Cabrils (Barcelona). En el mismo laboratorio también se ha determinado el contenido en fibra neutro detergente (FND) (Van Soest *et al.*, 1991) y la digestibilidad enzimática por el método FND-celulasa (DCEL) (Riveros y Argamentería, 1987).

Resultados y discusión

La producción media, suma de los tres cortes, de todas las variedades ensayadas ha sido de 16,10 Mg ha^{-1} de materia seca. Ésta no ha variado de forma significativa en los tres años agrícolas, obteniéndose una diferencia de rendimiento entre ellos inferior a 0,63 Mg ha^{-1}. Se ha observado una mayor variación de la producción entre variedades que entre años agrícolas. Aún así, estas diferencias no han sido estadísticamente significativas entre los cultivares (Tabla 1). 'Trinova' y 'Speedyl' han sido los que han presentado unas mayores producciones, superando en más de un 8 % la de 'Promenade', que es el que la ha presentado menor. Delgado (1980) y Roselló (1976) tampoco encontraron diferencias significativas en la producción total anual entre distintos

genotipos de raigras italiano alternativo. Sin embargo, en ensayos realizados en zonas húmedas del norte de España, 'Speedyl' ha mostrado una capacidad de producción anual superior a la de otras variedades, caso contrario de 'Trinova', que se ha comportado como una de las menos productivas (Díaz *et al.*, 2001). El comportamiento de los genotipos no ha variado de forma significativa en función del año de ensayo.

Tabla 1: Producción de materia seca (Mg ha^{-1}), en función del corte, media de los años agrícolas 1999-00, 2000-01 y 2001-02, de variedades de raigrás italiano alternativo. Monells (Girona).

Variedad	Primer corte (Diciembre-Enero)	Segundo corte (Marzo)	Tercer corte (Abril-Mayo)	Total tres cortes
Trinova	5,16 a	5,51	6,25 ab	16,91
Speedyl	4,41 ab	5,21	7,20 a	16,83
Liquatro	4,47 ab	5,30	6,48 ab	16,25
Wesley	4,65 ab	5,13	6,14 ab	15,93
Lemnos	4,30 ab	5,03	6,59 ab	15,91
Claro	4,39 ab	4,93	6,58 ab	15,90
Major	4,00 b	5,24	6,64 ab	15,88
Hellen	4,60 ab	5,14	5,95 b	15,70
Promenade	4,49 ab	5,05	6,02 b	15,57
Variedad (p-valor)	0,0225	0,5217	0,0196	0,2536
Año (p-valor)	0,0142	0,0077	0,0326	0,7066
Interacción variedad por año (p-valor)	0,6413	0,2825	0,9597	0,6379

Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente distintos según el test de Tukey (α=0,05).

Las producciones obtenidas en cada uno de los cortes han variado de forma significativa en función del año de ensayo. Las más altas se han obtenido en el tercer corte, salvo en el año 1999-00; y las más bajas en el primero, salvo el año 2000-01, en que éste se realizó en una fecha más tardía.

En el primer corte se han observado diferencias significativas de producción de materia seca entre genotipos, destacando 'Trinova' como la más productiva, superando en más de 0,5 Mg ha^{-1} al resto de cultivares. En el segundo corte las diferencias entre variedades no han sido significativas; aún así, 'Trinova' ha sido la que ha presentado una mayor producción. En el tercer corte 'Speedyl' ha presentado una producción significativamente superior a la de 'Promenade' y 'Hellen' y ha superado al resto de las variedades en más de 0,5 Mg ha^{-1}. 'Trinova' se ha situado entre las más productivas en los dos primeros cortes; por el contrario, 'Major' en los dos últimos cortes y 'Speedyl' y 'Lemnos' principalmente en el último.

En las Tablas 2, 3 y 4 se puede observar la composición bromatológica y la digestibilidad de todas las variedades ensayadas, para cada uno de los cortes. No se han observado diferencias significativas en el contenido en materia seca entre los genotipos. Los valores más altos se han obtenido en el tercer corte, con un valor medio del 20,5 %, y los más bajos en el primer y segundo corte con 16,4 y 14,8 %, respectivamente. Tampoco se han observado diferencias significativas en el contenido en PB entre cultivares. Éste ha variado dependiendo del momento de corte, obteniéndose los mayores valores en el primero y los más bajos en el tercero.

No se han observado diferencias significativas en el contenido en lignina entre genotipos, pero sí en el contenido en FND en el tercer corte y en el contenido en FAD en el segundo y en el tercero. La variedad 'Liquatro' ha presentado, en la mayoría de los casos, los menores valores del contenido en lignina, en FND y en FAD. Los mayores valores del contenido en FAD en el segundo y en

el tercer corte han correspondido a 'Wesley' y a 'Promenade', respectivamente. Los mayores contenidos en lignina, en FND y en FAD se han obtenido en el tercer momento de corte.

Tabla 2: Valor nutritivo y digestibilidad, obtenidos en el primer corte, media de los años agrícolas 1999-00, 2000-01 y 2001-02, de variedades de raigrás italiano alternativo. Monells (Girona).

Variedad	Contenido en materia seca (%)	Contenido en proteina bruta (% s.m.s.)	Contenido en FND* (% s.m.s)	Contenido en FAD* (% s.m.s.)	Contenido en lignina (% s.m.s.)	Digestibilidad enzimática FND-celulasa (% s.m.o)
Claro	16,7	21,5	43,6	24,0	2,58	75,6 a
Hellen	16,9	21,1	44,9	25,2	2,72	72,9 abc
Lemnos	16,0	21,2	44,7	25,2	2,73	71,0 abc
Liquatro	16,1	20,5	44,0	24,8	2,57	71,7 bc
Major	16,1	21,8	44,0	24,3	2,67	73,0 ab
Promenade	15,4	21,6	44,3	24,8	2,61	72,5 abc
Speedyl	16,2	20,7	45,2	25,6	2,66	71,7 abc
Trinova	17,3	20,4	45,0	25,7	2,83	68,8 c
Wesley	16,9	20,4	45,4	25,8	2,79	70,0 bc
Variedad p-valor)	0,1166	0,4884	0,7363	0,2317	0,4714	0,0246

Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente distintos según el test de Tukey (α=0,05).* FND: Fibra neutro detergente; FAD: Fibra ácido detergente.

Tabla 3: Valor nutritivo y digestibilidad, obtenidos en el segundo corte, media de los años agrícolas 1999-00, 2000-01 y 2001-02, de variedades de raigrás italiano alternativo. Monells (Girona).

Variedad	Contenido en materia seca (%)	Contenido en proteina bruta (% s.m.s.)	Contenido en FND* (% s.m.s)	Contenido en FAD* (% s.m.s.)	Contenido en lignina (% s.m.s.)	Digestibilidad enzimática FND-celulasa (% s.m.o)
Claro	14,9	17,8	44,1	26,3 ab	2,38	74,5
Hellen	14,5	18,6	44,5	26,0 ab	2,39	71,9
Lemnos	14,7	18,0	44,0	26,1 ab	2,39	72,9
Liquatro	15,2	17,6	42,1	25,2 b	2,29	73,1
Major	14,7	17,7	43,4	26,0 ab	2,37	71,7
Promenade	14,6	17,9	42,3	25,4 b	2,26	72,6
Speedyl	14,7	18,4	43,5	25,7 ab	2,32	72,5
Trinova	15,1	17,2	43,3	26,0 ab	2,29	72,2
Wesley	14,9	17,1	44,6	26,8 a	2,47	72,5
Variedad (p-valor)	0,7036	0,4784	0,0837	0,0256	0,1861	0,7732

Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente distintos según el test de Tukey (α=0,05). * FND: Fibra neutro detergente; FAD: Fibra ácido detergente.

La DCEL ha variado de forma significativa entre los cultivares en el primer corte, pero no así en los otros dos. En éste, 'Claro' ha presentado la mayor DCEL, significativamente superior a 'Trinova', 'Wesley' y 'Liquatro'. En el tercer se han obtenido los valores más bajos de DCEL, en todas las variedades.

Tabla 4: Valor nutritivo y digestibilidad, obtenidos en el tercer corte, media de los años agrícolas 1999-00, 2000-01 y 2001-02, de variedades de raigrás italiano alternativo. Monells (Girona).

Variedad	Contenido en materia seca (%)	Contenido en proteína bruta (% s.m.s.)	Contenido en FND* (% s.m.s)	Contenido en FAD* (% s.m.s.)	Contenido en lignina (% s.m.s.)	Digestibilidad enzimática FND-celulasa (% s.m.o)
Claro	21,8	12,5	49,6 ab	29,6 ab	3,04	63,6
Hellen	19,4	12,9	50,3 ab	29,6 ab	3,14	63,1
Lemnos	20,8	12,3	49,7 ab	29,6 ab	3,08	61,8
Liquatro	19,6	12,4	47,9 b	28,2 b	2,91	64,9
Major	20,8	12,7	49,4 ab	29,1 ab	3,14	63,3
Promenade	18,9	12,4	50,8 a	30,2 a	3,09	62,2
Speedyl	21,1	11,0	49,8 ab	29,6 ab	2,96	63,3
Trinova	21,3	11,7	49,0 ab	29,6 ab	3,03	65,1
Wesley	21,0	12,3	48,2 ab	29,2 ab	3,01	64,5
Variedad (p-valor)	0,2504	0,4688	0,0494	0,0288	0,0859	0,1427

Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente distintos según el test de Tukey (α=0,05). * FND: Fibra neutro detergente; FAD: Fibra ácido detergente.

Conclusiones

La producción anual de materia seca no difiere de forma significativa entre las variedades ensayadas. Aún así, se observan diferencias de producción entre genotipos en el primer y tercer corte, siendo 'Trinova' y 'Speedyl' las que presentan las mayores producciones en el primero y tercero, respectivamente.

El valor nutritivo del raigrás varía en función del momento de corte, obteniéndose en los cortes más tardíos los mayores valores del contenido en materia seca, en FND, en FAD y en lignina y los menores del contenido en PB y de la DCEL. Se observan diferencias en la composición bromatológica de las variedades de raigrás, principalmente en el contenido en FAD y FND en los últimos cortes, siendo 'Liquatro' el genotipo con los valores más bajos. No se observan diferencias significativas en el contenido en PB entre genotipos.

Agradecimientos

Los ensayos se han realizado dentro del convenio de colaboración entre la Asociación de Frisona de Girona (AFRIGI), el Servei de Millora i Extensió Ramadera (SEMEGA), el Departament d'Agricultura, Ramadaria i Pesca (DARP) de la Generalitat de Catalunya, el Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) y la Fundació Mas Badia, en el marco del Campus Agroalimentari de Girona.

Referencias Bibliográficas

DARP, 1999. *Estadístiques Agràries i Pesqueres de Catalunya – Any 1999*. Ed. Generalitat de Catalunya – Departament d'Agricultura, Ramadaria i Pesca – Gabinet Tècnic, 283 pp. Barcelona (España).

DELGADO, I, 1980. Características fisiológicas y agronómicas del ray-grass westerwold en el Valle medio del Ebro. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias - Producción Vegetal*, **12**, 37-51.

DÍAZ, N; PÉREZ, M.; PIÑEIRO, J.; ANGULO, G.; MARTÍNEZ, A.; MANGADO, J., 2001. *Síntesis de datos sobre valor agronómico de variedades de especies pratenses evaluadas en Asturias, Galicia y Navarra (Período 1978-2001)*. Ed. Centro de Formación, Investigación e Tecnoloxía Agraria de Galicia, 15 pp. A Coruña (España).

RIVEROS, E.; ARGAMENTERÍA, A., 1987. Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. *Avances en Producción Animal*, **12**, 49.

RODRÍGUEZ, A.; MOBBASHERE, A.; BOSCH, L.; CASAÑAS, F., 1985. *Fulls d'informació tècnica - Producció de margall en funció de l'època de sembra*. Ed. Generalitat de Catalunya – Departament d'Agricultura, Ramadaria i Pesca – Servei d'Extensió Agrària, 9 pp. Barcelona (España).

ROSELLÓ, B., 1976. *Estudio comparativo de variedades mejoradas de Lolium multiflorum var. Westerwoldicum. Hoja Técnica del I.N.I.A. nº 11*. Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 21 pp. Madrid (España).

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A., 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, **74**, 3583-3597.

YIELD AND NUTRITIVE VALUE EVALUATION OF COMMERCIAL VARIETIES OF ITALIAN RYEGRASS (*Lolium multiflorum* Lam. spp. *alternativum*), IN THE NORTHEAST OF SPAIN.

SUMMARY

During 1999-2000, 2000-2001 and 2001-2002 three trials were conducted to evaluate the forage aptitude of nine varieties of italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam. spp. *alternativum*) cv 'Claro', 'Hellen', 'Lemnos', 'Liquatro', 'Major', 'Promenade', 'Speedyl', 'Trinova' and 'Wesley' at the locality of Monells (Girona). Three cuts were done for all genotypes. It was observed a higher variation of annual production among cultivars than among years. Dry matter yield was significantly different among varieties for first and third cut, being the highest values those from 'Trinova' and 'Speedyl', respectively. Nevertheless, annual yield was not significantly different among genotypes. Nutritional value of forage was different depending on cutting period. The highest values for fibres and lignin content were obtained on the latest cuts. There was also a variation depending on variety, mainly for acid detergent fibre content for second and third cut, being 'Liquatro' the cultivar with the lowest values for that variable.

Key words: Variety-trials, dry matter, crude protein, organic matter digestibility.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y BROMATOLOGICO DEL SORGO EN LA PROVINCIA DE SORIA: EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN Y EL RIEGO

J. Ciria,[1] J.R. Allué,[1] M.P. Ciria,[2] B. Asenjo, y J.A. Miguel[1]

[1] Dpto CC.Agroforestales. [2] Dpto. Prod. Vegetal y Silvopascicultura. E.U.I. Agrarias. Universidad de Valladolid. Campus Universitario, 42004 Soria.

Resumen

El objetivo de este trabajo es la valoración del sorgo forrajero en la provincia de Soria. Para ello se evalúa la producción y las características bromatológicas del sorgo forrajero, comparando el efecto de la aplicación de compost frente a la fertilización mineral, y con dos dosis diferentes de riego. La experiencia se realiza durante los meses cálidos (Junio- Octubre) en el término municipal de Lubia, con una altitud de 1000 m. Los resultados obtenidos muestran un comportamiento coherente con la bibliografía existente, tanto en producción como en el análisis bromatológico. Al comparar el efecto de los dos tipos de fertilización y las dos dosis de riego sobre los parámetros estudiados, podemos extraer conclusiones sobre el efecto del riego en la mejora cualitativa del forraje, así como con el comportamiento dispar de los dos tipos de fertilización sobre los parámetros tanto cuantitativos como cualitativos. El sorgo forrajero reúne los requisitos para utilizarse como forraje ensilado para el ganado vacuno en las zonas de regadío de esta provincia.

Palabras clave: Sorgo; Producción; Análisis Bromatológico; Ensilado.

Introducción

Los cultivos forrajeros de verano son muy importantes para suplir la carencia de hierba durante el período estival. Además su almacenamiento, sobre todo ensilado, posibilita su utilización en explotaciones intensivas. El sorgo forrajero es un cultivo que se adapta bien en zonas donde el maíz ve limitada su producción debido a las escasas lluvias de verano, regadíos deficientes y a la baja fertilidad del suelo. Necesita riego, sobre todo en regiones con una pluviometría inferior a 500 mm durante su ciclo de cultivo y, pese a ser poco exigente en nutrientes, se recomienda una fertilización con abonado triple. Su aprovechamiento puede ser por pastoreo del rastrojo, como forraje verde, henificado y sobre todo ensilado, debido a la alta producción de materia seca, aceptable calidad y fácil conservación. Además según Piñeiro y Pérez (1997) el sorgo entra bien en rebaños como forraje de verano con el raigrás, ampliando la disponibilidad de forraje en 5-8 semanas por temporada para el vacuno de leche en Galicia. Por todo lo dicho, además de por sus bajos costes puede ser un buen sustituto del maíz forrajero en la alimentación del ganado vacuno.

En España se cultiva poco ya que no compite con el maíz en cuanto a producción; sin embargo en muchas explotaciones del N puede interesar con vistas a la parada estival de las praderas, pudiendo cubrir los baches alimenticios sin necesidad de comprar forraje o abrir silos. En la provincia de Soria se han realizado ensayos de cultivo de sorgo forrajero con el fin de utilizar su biomasa como fuente de energía (Ciria *et al.* 1998). En el presente trabajo se planteó evaluar este

cultivo con el fin de estudiar su comportamiento ante diferentes situaciones de riego y fertilización. De este modo avanzaremos en el objetivo de evaluar la calidad nutritiva del sorgo forrajero con vistas a la utilización por el ganado vacuno en la provincia de Soria.

Materiales y métodos

La experiencia se ha realizado en el término municipal de Lubia en la provincia de Soria, en los campos de ensayos del CIEMAT-CEDER a una altitud de 1000 m y clima continental. En la tabla 1 se indican los datos climáticos del periodo de cultivo (año 1996), incluyendo los del mes de Mayo por la reserva de agua que pudiera haber en el momento de siembra.

Tabla 1: Datos climáticos correspondientes al periodo de cultivo correspondiente a los campos de ensayos del CIEMAT-CEDER en Lubia (Soria). (Año 1996)

	Tª. Max. (ºC)	Tª. Min. (ºC)	Tª. Med. (ºC)	Precip. Total mm	Rad. Med. W/m²	Rad. Tot. W/m²	Veloc. Viento km/h
MAYO	18,7	5,5	12,1	71,9	191	5743	10
JUNIO	24,5	9,6	17	90,9	260	7812	9
JULIO	27,1	11,2	19,1	51	221	6863	9
AGOSTO	25,2	10,7	17,6	47,3	222	6881	No disponible
SEPTIEMB	21,2	6,7	14	20,3	160	4808	11
OCTUBRE	17,8	4,6	11,2	8,2	123	3802	12

La parcela experimental tiene una superficie de 700 m² y el suelo es de textura franco arenosa con pH 6,4, con bajo contenido de materia orgánica (0,7 %) y nutrientes (0,04 % de N total, 4,5 ppm de P asimilable y 91,6 ppm de K asimilable).

El conjunto se dividió en dos zonas claramente diferenciadas, aportando a cada una de ellas diferente dosis de riego. En cada zona se establecieron tres subparcelas, una abonada con compost (subparcela orgánica), otra recibió abono inorgánico (subparcela inorgánica) y la tercera no recibió ningún aporte de nutrientes (subparcela control).

Se utilizaron semillas de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* (L) Moench ssp. *bicolor*) de la variedad H-133. La separación entre líneas fue de 0,75 m y la distancia entre plantas de 10 cm. La siembra se efectuó el 5 de Junio, a finales de este mes se aplicó herbicida (Atrazina) en dosis de 2 L/ha, en Julio se procede al entresacado dejando únicamente una planta por punto de siembra. La recolección se realizó la primera semana de Octubre, estando la planta en estado fenológico de zurrón.

La cantidad de agua aportada en forma de riego en una de ellas es la mitad de la aportada en la otra, habiéndose calculado la mayor en base a las necesidades del cultivo (132 L/m² vs. 66 L/m²). La fertilización de la subparcela orgánica se realizó a finales de Mayo por medio de compost procedente de mezcla de bagazo de sorgo dulce y lodos de aguas residuales urbanas, producido en pilas con aireación por volteo. La dosis utilizada fue de 20 t/ha y la composición del compost fue la siguiente (Nitrógeno 3,7 %, Fósforo 8350 ppm, Potasio 3,6 %). La fertilización de la subparcela inorgánica se realizó en dos épocas y fue equivalente a 120 kg/ha de Nitrógeno, 90 kg/ha de Fósforo y 90 kg/ha de Potasio. A finales de Mayo se realizó una fertilización de fondo en esta subparcela y en Julio el abonado de cobertera.

Una vez realizada la recolección de 60 plantas por subparcela, uniformemente distribuidas, se determinó la densidad real del cultivo, la altura del tallo principal y la biomasa aérea fresca y seca, tras secado en estufa de 60º C hasta peso constante. La proteína bruta (PB) se ha estudiado siguiendo el método Kjeldhal, para la obtención de fibra bruta(FB) se ha seguido el método clásico derivado de la escuela de Wendee y para el contenido de cenizas se ha seguido la metodolo-

gia A.O.A.C. (1990). La digestibilidad enzimática de la materia seca "in vitro" se ha analizado según el método de Marten y Barnes (1979).

Los resultados del análisis bromatológico referidos a porcentaje en peso seco han sido datados mediante el programa estadístico SPSS 10.0. Se han comparado mediante la prueba T las medias de cada uno de los parámetros en las distintas subparcelas para una misma dosis de riego, así como las medias de cada subparcela en las distintas dosis de riego para cada parámetro.

Resultados y discusión

Los resultados de los parámetros de producción se presentan en la tabla 2.

Tabla 2: Parámetros de la producción de sorgo forrajero en diferentes condiciones de cultivo.

Tipo de riego	Fertilización	Altura (m)	Materia fresca (g/planta)	Densidad de plantación (plantas/m²)	Materia fresca (t/ha)	Materia seca (t/ha)
COMPLETO (100%)	Subp. Orga.	2,44±0,2	423,1±48,9	9,9	41,8±4,9	10,8±1,0
	Subp. Inorg.	2,06±0,2	401,0±80,8	8,5	34,3±8,0	8,2±1,9
	Subp. Contr.	2,37±0,3	360,5±34,5	10,2	37,9±3,5	9,5±0,9
MEDIO (50%)	Subp. Orga.	1,85±0,3	541,7±79,7	8,5	46,0±6,8	10,9±1,8
	Subp. Inorg.	1,94±0,2	528,1±11,8	8,7	44,9±7,6	10,4±1,5
	Subp. Contr.	1,94±0,3	479,8±88,3	8,9	42,3±14	9,8±3,4

Cuando las parcelas no recibieron ningún tipo de tratamiento o cuando recibieron abono orgánico, no se observaron diferencias en cuanto a las productividades en materia seca para las dos dosis de riego estudiadas, mientras que con abono inorgánico se observaron mayores diferencias entre los riegos (8,2 t/ha en riego 100 % vs. 10,4 t/ha en riego 50 %). Esto podría estar asociado a que con la utilización de abonos orgánicos no se disminuye el consumo de agua, sino que aumenta la eficacia de utilización de la misma, incrementando la cantidad de materia seca elaborada por la planta por una evapotranspiración potencial dada.

Las producciones de materia seca de sorgo forrajero registradas por otros autores varían dependiendo de la climatología. Así en Navarra, en una zona de baja montaña, en el estado fenológico de zurrón fue de 80 t/ha de materia seca (Lafarga *et al.* 1996). En otras zonas más cálidas se obtuvieron producciones de materia seca del doble e incluso el triple que en las zonas frías (Hevin, 1996; Hunkar,1996). Nuestras bajas producciones estás asociadas a las condiciones climáticas, ya que las bajas temperaturas registradas durante los meses de Agosto y Septiembre (temperaturas medias de 17,6 ºC y 14 ºC respectivamente) han sido la causa de que en el momento de la recolección no se hubiera completado el ciclo vegetativo recomendable hasta el estado de "grano lechoso", sino hasta el estado fenológico propio de "zurrón" a los 115 días de la siembra. Por tanto, las producciones de materia seca de este ensayo están en consonancia con lo esperado de acuerdo con los datos climáticos de la zona. (Lloveras, 1990; Ciria *et al.* 1998).

La tabla 3 muestra los valores del análisis bromatológico de las muestras en % sobre materia seca. Los valores obtenidos para la proteína bruta están de acuerdo con los obtenidos por otros autores, donde se registran valores cercanos al 10 % sobre el total de materia seca en estados fenológicos tempranos (Romero *et al.* 1999; Lloveras, 1990; Salcedo, 1997). Las variaciones de este parámetro entre diferentes tratamientos sólo se producen de modo estadísticamente significativo entre la subparcela control y la subparcela orgánica cuando el riego es completo. Esto no se obtiene entre el control y la subparcela inorgánica.

Tabla 3. Análisis bromatológico de las muestras de sorgo forrajero en diferentes condiciones de cultivo.

Tipo de riego	Fertilización	Proteina bruta %	Fibra bruta %	Cenizas %	Digestibilidad In vitro de MS%
COMPLETO (100%)	Subp. Orgán.	8,77 b	32,25	8,37	52,78 B
	Subp. Inorg.	11,20 B	34,73	7,96	48,43 B
	Subp. Control	11,35 aB	34,78	7,03	51,39
MEDIO (50%)	Subp. Orgán.	8,60	33,62	8,02	45,20 bA
	Subp. Inorg.	8,92 A	32,92	8,39	42,06 bA
	Subp. Control	8,66 A	32,82	8,91	54,25 a

Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas para un p<0,001 entre datos de la misma columna con la misma dosis de riego y distinto tratamiento de fertilización. Idem letras mayúsculas entre datos de la misma columna con el mismo tratamiento de fertilización y distinta dosis de riego.

Parece, a la vista de los resultados, que el compost mejora la producción con dosis completa de riego, pero empeora la calidad al disminuir el porcentaje de proteína bruta. Posiblemente el compost no es lo suficientemente rico en N, o bien ese N quedaría retenido en el suelo durante el proceso de mineralización haciendo menos disponible ese elemento para las plantas. Para el mismo tratamiento con distintas dosis de riego, observamos diferencias significativas entre las subparcelas control (11,35 en riego 100 % vs. 8,66 en riego 50 %) y entre las subparcelas inorgánicas (11,20 en riego 100 % vs. 8,92 en riego 50 %). Esos incrementos de proteína bruta condicionados por el riego no se producen en la subparcela orgánica por lo comentado anteriormente.

Los valores del porcentaje de cenizas y de fibra bruta están dentro de los intervalos esperados, siendo elevados en de fibra bruta con respecto a otros forrajes tal como se refiere en otros trabajos (Lloveras, 1990). Este elevado contenido de fibra puede afectar negativamente al consumo voluntario por parte del ganado (Salcedo, 1996). No se observan diferencias significativas entre los tratamientos para una misma dosis y entre las dosis de riego para el tratamiento en ninguno de los dos parámetros.

La digestibilidad "in vitro" de la materia seca, se encuentra en los límites observados en la bibliografía para forrajes con alto contenido en fibra, existiendo diferencias significativas entre dosis de riego. Las variaciones observadas pudieran deberse a diferencias en la composición estructural de los hidratos de carbono de las diversas muestras, mas que a las diferencias en la composición química.

Conclusiones

El cultivo del sorgo forrajero en la provincia de Soria muestra un comportamiento similar al esperado de acuerdo con las características climáticas de la zona. La respuesta de la producción y de los valores bromatológicos ante dos tratamientos de fertilización y dos dosis de riego nos lleva a pensar que el riego adecuado del sorgo forrajero no mejora la producción de materia seca por hectárea, pero en cambio sí que mejora la calidad del forraje con un incremento de la proteína bruta. Así mismo, la fertilización orgánica con compost no parece adecuada para mejorar los parámetros bromatológicos de este cultivo.

Agradecimientos

Al CIEMAT-CEDER de Lubia (Soria) por la disposición de las parcelas y semillas de la variedad de sorgo forrajero.

Referencias bibliográficas

A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists),1990. *Official methods of analysis* (15ª ed.) Arlington. Virginia (EE. UU.).

CIRIA, P.; GONZALEZ, E.; NEGRO, M.J.; SOLANO M.L., 1998. Influencia del aporte de nutrientes en las características químico-energéticas de la biomasa de sorgo forrajero. *Informes Técnicos CIEMAT*, **865,** 1-27.

HEVIN, C., 1996. Fibre sorghum production in Europe. *Proceedings of the first European Seminar on Sorghum for Energy and Industry (Toulouse)*, 26-29.

HUNKAR, M., 1996. Productivity of sorghum in Hungary" *Proceedings of the Firsts European Seminar on Sorghum for Energy and Industry (Toulouse)*, 177-187.

LAFARGA, A.; LEZAUN, J.A.; CIRIA, P.; GONZÁLEZ, E.; GARCÍA, L.; BAROJA, E., 1996. Aprovechamiento de cultivos de verano para producción de energía. *ITEA*, **vol. extra 17**, 65-72.

LLOVERAS, J., 1990. Dry matter yield and nutritive value for summer annual crops in north-west Spain (Galicia). *Grass and Forage Science*, **45**, 243-248.

MARTEN, G.C.; BARNES, R.F., 1979. Prediction of energy digestibility of forages with "*in vitro*" rumen fermentation and fungal enzyme systems. En: *Proceedings. Standardization of Analitical Methodology for Feeds*, 130-134. Ed. W.J. Pidgen, C.C. Balch, M. Graham. International Development Research Center. Otawa (Canadá).

PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M., 1997. Complementariedad de las rotaciones maíz/sorgo – raigras italiano con las praderas de raigras italiano – trébol violeta. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP*,183-190.

ROMERO L., BRUNO O. y CAMERÓN E. (1999) A la hora de sembrar para silo. *Producir (INTA)*, **95,** 39-41.

SALCEDO, G., 1996. Capacidad de Ingestión y Digestibilidad del Sorgo x Pasto de Sudán de dos ciclos vegetativos por vacas frisonas en nave metabólica. *Actas XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, 419-23.

SALCEDO, G., 1997. Composición química y degradabilidad ruminal del sorgo x pasto del sudán de dos fases vegetativas del segundo ciclo. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP*, 469 – 74.

PRODUCTION AND BROMATOLOGIC CHARACTERISTICS OF THE SORGHUM IN THE PROVINCE OF SORIA: THE EFFECT OF FERTILIZATION AND IRRIGATION DOSES.

SUMMARY

The aim of this paper is the assessment of fodder sorghum in the province of Soria. To achieve this aim the production and bromatologic characteristics of the fodder sorghum in the province of Soria are evaluated comparing the effect of the compost application with the mineral fertilisation, and with two different irrigation doses. The experience is carried out during the warm months (June-October) in Lubia, with an altitude of 1.000 m. The results obtained show a coherent behaviour with the existent literature, both as far as production and bromatologic analysis are concerned. When comparing the effect of both types of fertilisation and both irrigation doses, we may extract some conclusions about the effect of the irrigation in the quantitative improvement of the fodder, as well as in the disparate behaviour of both types of fertilisation concerning both quantitative and qualitative parameters. The fodder sorghum meets the requirements needed to be used as ensilage fodder for the cattle in the irrigated lands of this province.

Key words: Sorghum; Production; Bromatologic Analysis; Ensilage.

PRODUCCIÓN ANIMAL

Segunda parte

SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN DE PEQUEÑOS RUMIANTES: RAZAS AUTOCTONAS VS EXOTICAS

J. Capote[1]

[1] ***Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Apartado 60. La Laguna. Tenerife.***

Introducción

Una de las características del siglo XX fue la aplicación de intensos programas de selección que modificaron las razas hacia los niveles de especialización requeridos por los nuevos sistemas de explotación, que incrementaban por momentos su grado tecnológico. Como consecuencia de esto, las producciones individuales se incrementaron notablemente a costa de una perdida de variabilidad y de rusticidad y, por tanto, de capacidad de adaptación. Sin embargo una perspectiva que hoy nos resulta fácil de comprender, no fue tenida en cuenta, en numerosos países, por generaciones de responsables de la planificación de las políticas de desarrollo ganadero, quienes decidieron importar masivamente genotipos foráneos, creyendo que con esa simple acción se incrementarían las producciones medias de las especies ganaderas explotadas.

La entrada de estos grupos genéticos exóticos fue realizada cuando no se poseían las herramientas necesarias o la capacidad para evaluar correctamente el uso exacto y el posible impacto a largo plazo, en un momento en que tampoco se sabía cómo utilizar mejor los propios recursos autóctonos (AGRI, 2002). Como consecuencia fueron desplazadas las razas autóctonas hasta tal punto que, únicamente en los últimos 15 años, 300 de las 6000 razas identificadas por la FAO han desaparecido, 1350 se enfrentan su posible extinción, y entre 1 y 2 de ellas se pierden por semana. (Cardellino, 2002)

En España (BOE del 21 de noviembre de 1997), solo en lo referente al ganado ovino se encuentran consideradas como de protección especial 32 razas de las 41 existentes (Sañudo *et al.*, 2002) siendo el caso más alarmante el de la Oveja Palmera de la que apenas quedan algo mas de un centenar de ejemplares (Fresno *et al.*, 1998). Pero no ha sido únicamente la competencia de las razas importadas la causante del lamentable estado de las locales. Diversas políticas han contribuido a su marginación. Así se han abandonado zonas de producción (González *et al.*, 2001) que solo pueden ser rentabilizadas con razas autóctonas, se limitan áreas de pastoreo y se anulan otras; se prohibe la corta de ramón, las podas realizadas para la prevención de incendios, el paso de ganado por determinadas zonas (muchas ellas veredas tradicionales) y se limitan las instalaciones provisionales para refugio de los animales en invierno y protección de las crías (Domenech *et al.*,1999). Además muchas de las zonas marginales solo pueden ser aprovechadas por pequeños rumiantes resultando que las acciones para el desarrollo de sus producciones sufren un retraso con respecto a las de otras especies y las investigaciones que se lleva a cabo con ellos aún no utilizan suficientemente métodos específicos (Georgodis *et al.*, 2000).

Afortunadamente parece que desde hace un cierto tiempo se empieza a vivir un cambio de mentalidad. En muchos casos se ha comprobado que las mayores producciones, cuando existen, no siempre vienen acompañadas de mayores beneficios y esto, entre otras cosas, ha hecho que los

organismos se sensibilicen al respecto. En 1999, a iniciativa de la Comisión para los Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO, se reconoció mundialmente la contribución esencial del patrimonio genético animal a la seguridad alimentaria, al desarrollo rural sostenible y a la gestión de los recursos (AGRI, 2002).

Razas autóctonas

"Dentro de la especie, es la raza el primer escalón que encontramos al tratar de poblaciones de animales domésticos. Y estas no aparecieron solas, en un momento determinado por la acción del medio actuando sobre los individuos de un área geográfica, como a veces se interpreta. Por el contrario, fueron creadas por personas o entidades" (Orozco, 2002). La raza se identifica por una serie de caracteres étnicos determinados como "atributos, rasgos o signos de carácter permanente y heredables que permiten clasificar a los animales de una especie en razas" Estos fueron ordenados por Baron en tres grupos que llamó coordenadas étnicas: plástica, faneróptica y energética (Sañudo y Martínez-Cerezo, 2002). Mucho mas recientemente el equipo taxonómico de referencia en Zoo-Etnología definió como raza a "un grupo homogéneo de animales domésticos que poseen caracteres definidos e identificables (morfológicos, fanerópticos, morfoestructurales y fisiozootecnicos), transmisibles a la descendencia, que permiten distinguirlos fácilmente de otros grupos definidos de la misma manera dentro de la misma especie" (Herrera, 2002).

Según Orozco (2002), en el genotipo de una raza se incluyen al menos tres tipos de genes:

a) Genes de acción cualitativa, casi siempre conocidos, responsable de algunos de sus caracteres morfológicos distintivos.

b) Los que actúan sobre las demás características morfológicas, pero que son de acción cuantitativa y desconocidos.

c) Genes –los más– también cuantitativos y casi siempre desconocidos, responsables de caracteres fisiológicos.

También, para el mismo autor, puede haber un cuarto tipo de genes, o bloques de genes (coadaptados), que podrían explicar, en parte, por qué hay ciertas razas que son mucho mejores que las demás de su especie para un tipo concreto de producción.

Las razas autóctonas, que como su nombre indica son las originarias de una determinada zona geográfica, presentan unas características muy similares a las que en este mismo foro atribuyera el Dr. Sierra en 1996 a aquellas explotadas en los sistemas extensivos, ámbitos más habituales de este tipo de ganado.

1. Elevada rusticidad y facilidad de adaptación al medio (climatológico, orográfico, alimenticio, sanitario etc.).

2. Gran capacidad de pastoreo, buen instinto gregario, notable economía de agua, en el caso de las ubicadas en zonas áridas, y facilidad para acumular y movilizar reservas adiposas.

3. Ofrecen en general una prolongada actividad sexual y excelente fertilidad, lo que puede permitir manejar racionalmente el planning reproductivo.

4. Son valorizadoras de recursos voluminosos energéticos y proteicos, a veces de acceso difícil tanto en forma de pastos como de rastrojeras y residuos de diversas cosechas amén de subproductos.

Además, normalmente generan productos tradicionales de elevada calidad, que son cada día mas demandados, lo que en muchos casos ha significado su resurgimiento, y en algunos, incluso, su salvación.

Utilidad de las razas autóctonas

Los animales genéticamente adaptados a sus ambientes generalmente son también más rentables ya que tienen menores costos, son más sostenibles a largo plazo, proporcionan diversidad de alimentos, diversidad agrícola y cultural y pueden ser más efectivos en lograr la seguridad alimentaria local (Cardellino, 2002). Hoy por hoy, las razas autóctonas están llamadas a desempeñar un importante en el desarrollo sostenible como "un proceso que experimenta una idea en la búsqueda de márgenes crecientes de participación, libertad y bienestar para su población, en un contexto de sustentabilidad ecológica" (Bermejo y Siverio, 1997).

El uso de las razas autóctonas de pequeños rumiantes tiene también otros aspectos concretos beneficiosos que se van destacando en estudios cada vez mas abundantes. Uno de ellos es la lucha contra los incendios. Según Celaya y Osoro (2002) los brezales-tojales que ocupan grandes extensiones en la Iberia húmeda, con aprovechamiento económico limitado, son habitualmente pasto de numerosos incendios. Los pequeños rumiantes como las ovejas y las cabras son capaces de utilizar dicha vegetación pero, al encontrarse sobre todo en las zonas más desfavorecidas, las poblaciones adaptadas a ellas deben mantener un considerable nivel de rusticidad. Por otro lado el efecto positivo no se limita al consumo directo de la hierba del sotobosque, sino que también es de interés el aprovechamiento y limpieza de los cortafuegos. Incluso, siguiendo con la conservación ambiental, en determinados humedales, con toda la avifauna que allí se origina, se precisa del apoyo del ganado para que paste la excesiva (Sierra, 1996). Otras veces la importancia radica en el mantenimiento de la calidad de los pastos como ocurre con el trébol blanco (Del Pozo y Martínez, 1998) o con la albaida (Sierra, 1996) cuya repoblación y producción se ve favorecida por la acción de los pequeños rumiantes.

Si bien, en general, las razas autóctonas adquieren un valor relevante para las comunidades humanas más desprotegidas, dado el impacto social y económico que ejercen, así como por su capacidad de adaptación a los ambientes áridos y semiáridos en que muchas de ellas se desenvuelven (Hernández Zepeda *et al.*, 2002), la utilidad de estas va mas allá del uso que puedan hacer de los seres humanos e incluso de cualquier efecto que sus usos o existencia tenga para estos. En este sentido Rodríguez Alcaide *et al.* (1998) han definido los valores relacionados con la utilidad de la forma siguiente:

a) Valor de utilidad, es la utilidad nacida del actual consumo puede provenir del consumo directo.

b) Valor de opción, es tener la opción en el futuro de usar o consumir unos recursos o servicios.

c) Valor de cuasi-opción, es la utilidad esperada por no tomar decisiones irreversibles.

d) Valor de existencia (legado). Es decir, la posibilidad de trasferir a la próxima existencia, la actual para que sea objeto de sus preferencias.

Todos estos conceptos son aplicables a las razas autóctonas y, de alguna forma, justifican su conservación.

Ovejas y cabras

Es difícil que se de el caso de dos razas autóctonas de pequeños rumiantes compitiendo por un mismo medio. Sin embargo esto ocurre mas a menudo cuando las especies son diferentes resultando que cuanto más árido es el ambiente el ganado caprino tiene mas prevalencia. Esta mayor capacidad de adaptación del caprino viene dada por sus características fisiológicas y etológicas.

Si exceptuamos camellos y dromedarios, la cabra muestra mejor adaptación a la aridez que otros animales domésticos por su bajo recambio hídrico, tolerancia a la salinidad y a las temperaturas elevadas y porque tiene un mayor reciclaje de nitrógeno endogeno y una población microbiana mas

estable a nivel de rumen (Boza, 1990) además de mayor capacidad de acumulación grasa, al menos cuando se comparan razas rústicas (Mendizabal *et al.*, 2002).

Las diferencias en cuanto al comportamiento en pastoreo son notables. Osoro y Martínez (1994) observaron que cuando se realizaba un pastoreo mixto de ovino y caprino la altura óptima del pasto para ambas especies era un tanto diferente. Mientras en el ovino la altura óptima podría estar entre 5,5 y 7,0 cm en el caprino debería situarse por encima de los 7 cm. Por otro lado, la integración de caprino con ovino en pastoreo continuo puede incrementar la eficiencia frente al pastoreo monoespecífico. (Del Pozo y Martinez 1998) permitiendo la presencia de cabras en el rebaño un mayor control de las especies leñosas, lo que repercute en un superior desarrollo de las especies herbáceas (Celaya y Osoro 2002).

El tiempo dedicado a la actividad del pastoreo también es diferente. Osoro *et al.* (1994) encontraron que los caprinos utilizaban un 25 % mas respecto a los ovinos. En esa distribución del tiempo de pastoreo, los caprinos dedicaron más a la zona de monte y desbrozada (61 %) que a la mejorada (39 %) mientras que los ovinos dedicaron el 37 % al monte y el resto (63 %) a la zona mejorada. Eso les permitió señalar a los autores que se encontraban ante dos especies con conductas de pastoreo bien diferenciadas que ofrecían posibilidades interesantes para establecer sistemas que permitieran el control de la dinámica vegetal y al mismo tiempo incrementar la eficiencia de utilización de los recursos pastables disponibles e incluso diversificar la producción (corderos, cabritos, lana y fibra).

Las diferencias en la ingestabilidad a veces observadas entre ovinos y caprinos son debidas a los distintos comportamientos alimenticios de estas dos especies, que conducen a ingestiones cuantitativamente variable más que a diferencias reales en los fenómenos digestivos (Morand-Fehr, 1997). El comportamiento alimenticio de las cabras permite disminuir el efecto negativo de las toxinas en el ambiente ruminal, e ingerir una dieta equilibrada, y está condicionado por un mecanismo feed-back postingestión (Landau *et al.*, 2000) que les permite desarrollar con éxito un mecanismo regulador ya que no siempre ingieren en mayor cantidad los alimentos de mas valor nutritivo (Chinea *et al.*, 1997).

Por estas razones, entre otras, el ganado caprino esta presente en prácticamente todas las zonas áridas del mundo en que se mantiene una población animal doméstica, a pesar de que en muchos casos su uso ha sido considerado como una actividad marginal ejercida por grupos sociales en situación económica que a menudo no sobrepasaban los niveles de subsistencia (Paez, 2000). Además, a las cabras se les culpaban de la elevada degradación existente en unas áreas donde casi solo ellas lograban permanecer. Afortunadamente, en la actualidad, el desarrollo tecnológico ha permitido un enfoque más objetivo de las situaciones, quedando las mencionadas consideraciones totalmente refutadas (Capote, 2002). Efectivamente, mirando hacia atrás, puede comprobarse que, en la mayoría de los lugares degradados, antes de las cabras habían existido vacas y ovejas, que fueron instrumentos del hombre en la destrucción de los pastizales naturales. Por esta razón la población humana que las acompañaba era la de mas bajo nivel económico, ya que ocupaba las zonas con menos recursos de los diversos países en que se encontraban.

Un ejemplo de este problema es especialmente notable en la IV Región Chilena donde pueden observarse claras diferencias entre la vegetación existente en las fincas particulares y la de las contiguas áreas de pastoreo comunales, donde no se ha controlado la carga ganadera. Mientras que en las primeras aún puede explotarse el ganado ovino, en las segundas, muy degradadas, solo puede sobrevivir el ganado caprino y en condiciones precarias (Capote, 2002).

Razas autóctonas *vs* foráneas

Cuando en una misma área existen razas autóctonas y foráneas puede darse el caso de una competencia entre ellas o bien que cada una ocupe un sistema de explotación diferente y no apto para

la otra. Normalmente esta última posibilidad implica que las razas autóctonas ocupen los sistemas más tradicionales y extensivos y las importadas los mas tecnificados e intensivos. Esta situación, a veces, puede crear confusión en cuanto a la idoneidad de las nuevas razas porque muchas veces los estudios de adaptabilidad se hacen sobre sistemas distintos a los que se quieren "mejorar" (Meza y Montaldo, 2002). Pero aun así, sobre todo cuando se trata de llevarlas a países geográficamente alejados, generalmente desde zonas templadas con marcado fotoperiodo a otras más tropicales, se manifiestan los problemas reproductivos o de bajada en la producción (Najari et al 2000; Ribas y Gutierres 2000; Ribeiro *et al.*, 2000; Tejera, 2000). siendo estos ultimos muchas veces consecuencia de las bajadas en los niveles de ingestión que se producen en las razas foraneas (Morand-Fehr, 1997). Según Pariacote et al. (2002), el uso masivo de germoplasma exótico de alta capacidad genética no ha resuelto el problema de la producción animal en ambientes tropicales, Por lo contrario parece haber erosionado significativamente los recursos locales. La aparente superioridad tiende a disminuir con el tiempo, particularmente cuando la producción es computada por día de vida.

Es evidente que los sistemas de explotación evolucionan condicionados por la demanda del mercado y los requerimientos en la calidad de vida de los ganaderos. Así al solicitar el consumidor corderos cada vez más precoces y con mejor adaptación al término en cebadero, los propietarios de raza ovina Segureña, muchas veces han optado por la solución fácil de cruzar a sus ejemplares (Delgado *et al.*, 2000). Algo similar ha ocurrido con los ganaderos de la raza Castellana, donde para incrementar la producción lechera la han cruzado con raza Awassi y, más recientemente, con Assaf (González *et al.*, 2001). Esto a su vez condiciona el sistema de aprovechamiento del pasto ya que las áreas utilizadas se reducen a unos cientos de metros alrededor de las explotaciones (Mantecón *et al.*, 1998) al contrario de lo que pasa con las razas autóctonas ya que una de sus principales características es precisamente la adaptación el pasto, por lo que se ha señalado que hay que tener en cuenta el factor racial a la hora de considerar la utilización de los pastizales dentro de una estrategia de conservación y mejora del medio ambiente (Revesado *et al.*, 1992). Quizás, en este sentido, uno de los ejemplos más representativos y conocido en pequeños rumiantes sea el de la oveja Merina que se explota en el entorno de la Dehesa Extremeña (Espejo *et al.*, 2000).

Para las razas rústicas el cruce se ha utilizado en programas destinados a aumentar la producción de determinados sistemas buscando fundamentalmente el fenómeno de la heterosis o del mejor rendimiento que las poblaciones parenterales. Como consecuencia de ese vigor el individuo expresaría con más facilidad su potencialidades productivas, sobre todo en medios adversos (Orozco, 2002).

En pequeños rumiantes se usa el cruzamiento sobre todo en ovejas de carne utilizando una raza rústica y una prolífica (Buxade *et al.*, 1993), e incorporando, a veces, una tercera, precoz. Evidentemente el empleo de una determinada raza paterna condicionan los resultados (Bianchi *et al.*, 2002) si bien cuando aumentan las generaciones el efecto tiende a no ser significativo (Wazna *et al.*, 1999).

Aunque parece demostrado que en algunas ocasiones los cruces bien dirigidos pueden ayudar a mejorar el sistema, entendiendo como "mejora" el aumento de las rentas sin menoscabo de la sostenibilidad, en otras las consecuencias han sido nefastas. Normalmente los efectos negativos se observan en los cruces de absorción y estos son más manifiestos cuanto menor es el grado de desarrollo del área geográfica en que se implanten. Existen ejemplos históricos en los que las civilizaciones se desplazaban unas a otras cambiando radicalmente la forma de vida de sus habitantes. Los nuevos propietarios traían consigo los animales que requerían sus formas de trabajo y consumo y cuando se encontraban con otra población de la misma especie la desplazaban muchas veces absorviéndola. En la Islas Canarias ocurrió esto cuando las ovejas de lana sustituyeron a las de pelo (Capote y Tejera, 2000) pero en la actualidad no se dan con frecuencia este tipo de circunstancias. El uso masivo de los cruces suele comenzar con un "deslumbramiento" por parte de responsables locales, e incluso técnicos, ante el vigor híbrido que presenta la primera

generación con lo cual siguen incorporando genotipos foráneos sin ningún control. Eso ha sucedido en las zonas áridas del Cono Sur americano donde se hizo masivamente importación de ejemplares caprinos Saanen y Anglonubios, procedentes de Nueva Zelanda, que se han cruzado con las cabras criollas en un intento de mejorar la producción lechera. El resultado ha sido que, después del vigor híbrido mostrado en la F_1, las siguientes generaciones han ido perdiendo rusticidad de manera notable, de tal forma que sus producciones terminaron siendo inferiores a las de las cabras criollas originarias (Capote 1999, Capote y Tejera 2000).

Razas autóctonas y evolución de sistemas

La mayoría de las veces las razas exóticas ha sido introducidas en la creencia errónea, ya mencionada, de que pueden resolver un problema productivo empezando por uno de los escalones más altos de la pirámide, cuando las verdaderas dificultades de base no han sido resueltas. Hoy en día no se entiende la puesta en marcha de una mejora en los sistemas de explotación sin una planificación previa que abarque entre otras cosas el aspecto genético. Previa, o la menos paralelamente, a la puesta en marcha de los planes de mejora se deben considerar otras cuestiones. Bermejo y Siverio (1997) contemplan una serie de orientaciones en este sentido:

a) Corrección de sistemas determinados cuyas prácticas han perdido vigencia e, incluso, se han convertido en factores limitantes.

b) Determinación de las posibles innovaciones tecnológicas en manejo de materia prima y animales.

c) Adecuación de infraestructura para mejorar los índices económicos.

d) Adaptación de la oferta a las demandas en calidad de producto.

e) Elaboración de planes de pastoreo.

En este último aspecto puede ser de interés el fomento del uso múltiple de los espacios naturales (Domenech *et al.*,1999) con aprovechamiento racional de todos los recursos disponibles (Espejo et al., 2000) considerando el manejo de los pastizales y el rebaño (Ahmed et al., 1999; Serrano y Garzón 1998) y utilizando de forma racional las cargas ganaderas (Valiente *et al.*, 2000).

Evidentemente los cambios radicales en los sistemas de explotación normalmente desplazan a las razas locales aunque, por otra parte, ese tipo de animales autóctonos, en su sistema tradicional, generalmente se encuentra con factores limitantes que les impiden demostrar su potencial productivo. Pequeñas pero racionales mejoras permiten rentabilizar las empresas locales y en algunos casos mantenerlas sobre el límite de la supervivencia (Allegretti *et al.*, 2002). El uso de forrajes adecuados a cada área como Leucaena en los trópicos o Atriplex en las zonas áridas (Bendicho de Combellas, 2002; Clavero y Razz, 1998) o la suplementación en periodos estratégicos (López Gallego *et al.*, 1998), son algunas alternativas que pueden incluso complementarse. Un claro ejemplo de ello se ha presentado en la IV Región Chilena. Allí se han plantado más de 50.000 hectáreas de Atriplex arbustos que no solo ha aportado su propia biomasa sino que también han contribuido a incrementar la oferta forrajera herbáceas debido simplemente a la protección de las áreas reforestadas. Además se han aprovechado aguas freáticas para el cultivo de acacias y se han creado "lluvias forrajeras" o zonas protegidas de utilización estratégica a diente (Capote, 2002). Sin embargo, en cuanto se incrementa la disponibilidad y riqueza de los alimentos aparece el riesgo del uso descontrolado de razas foráneas para obtener una respuesta rápida en el incremento de producciones. Así en el caso de la mencionada región chilena se propone la utilización de un rebaño mixto entre los elementos de una raza caprina autóctona, que aprovecharían los escasos recursos pastables y formaría el rebaño "base", y animales de razas especializadas que se beneficiarían del forraje proporcionado por acacias y un limitado regadío, y suministraría de sementales al rebaño autóctono (Capote, 1999). Desde nuestro punto de vista esta planificación acabaría con la rusticidad del rebaño base sin un reflejo destacado en la economía de las

ganaderías (Capote, 2002). Por el contrario proponemos que se siga una estrategia como la desarrollada empíricamente, con caprinos de raza Majorera, en la isla canaria de Fuerteventura donde se produce un intercambio genético entre rebaños de producción lechera y otros, manejados en régimen ultraextensivo, de producción cárnica, de tal forma que muchas veces los machos reproductores proceden de las granjas mientras que las manadas de los eriales, cuando el año es bueno, pueden proporcionar hembras que muestran importantes niveles productivos de leche, una vez alimentadas adecuadamente (Capote, 2002).

Finalmente cada vez parece más claro que el incremento en la cotización de los productos naturales es una de las grandes vías para el desarrollo de las razas autóctonas (Arranz *et al.*, 2001), dentro el programa de valoración de áreas escasamente productivas. Hoy en día las tendencias del mercado han dado la razón a los que han defendido la calidad, la rusticidad y la selección en condiciones naturales (Delgado *et al.*, 2000).

Referencias bibliográficas

AHMED, A. M.; KANDIL, H. M.; EL-SHAER, H. M.; METAWI, H. R., 1999. Performance of desert black goat under extensive production systems in North Sinai in Eggypt. *Options Méditerranéennes*, 213-217.

ALEGRE, J.; AGUDO, M. A. SANCHA, J. L., 1993. Pastoreo de Atriplex Halimus con ganado ovino. 537-544. *Actas de la XXXIII Reunión Científica de la S.E.E.P.*

ALLEGRETTI, L. I.; PÁEZ, J.A.; PASSERA, C. B.; ROBLES CRUZ, A. B., 2002. Producción caprina sustentable en la reserva provincial manzano histórico, Mendoza. 515-519. *Argentina. XLII Reunión Científica de la S.E.E.P.* Lerida.

ARIZA SEGUÍN, M., 2002. Programa de desarrollo rural para las medidas agroambientales en el mantenimiento de razas autóctonas puras en peligro de extinción. 97-14. *V Congreso de SERGA: y III Congreso Ibérico sobre recursos Genéticos Animales.*

ARRANZ, J..; BAYÓN, Y.; SAN PRIMITIVO, F., 2001. Diferenciación entre razas ovinas autóctonas y foráneas aplicando secuencias de microsatélites. *Archivo de Zootecnia*, **50**, 27-33.

BENDICHO DE COMBELLAS, J., 2002. Suplementación de Borregas con Leguminosas Arbustivas. 142-146. *Actas de la XXVII Jornadas Científicas y VI Internacionales de la S.E.O.C.*

BERMEJO, L. A.; SIVERIO, M. A., 1997. Estudios preliminares de los sistemas de producción caprina en el parque rural de Anaga: Una estrategia tradicional de aprovechamiento de los recursos para el desarrollo sostenible. 153-165. *XXII Jornadas Sociedad Científicas Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia.*

BIANCHI, G.; GARIBOTTO, G.; BETANCUR, O., 2002. Efecto de la raza paterna (Corriedale, Texel, Ile de France y Milchschaf) y del sexo sobre la producción de carne en la progenie de oveja Corriedale en Uruguay. *I.E.T.A.*, **98 (1)**, 59 –73.

BUXADE, C.; DAZA, A.; RIVERO, J., 1993. Resultados reproductivos de ovejas Merinas y Romanov X Merina explotadas en régimen semiextensivo. 457 – 466. *Actas de la XXXIII Reunión Científica de la S.E.E.P.*

CAPOTE, J., 1999. *Informe sobre la visita realizada a la IV Región chilena dentro del marco de colaboración INIA-CHILE-INIA-ESPAÑA.* (I.C.I.A. Documento Interno).

CAPOTE, J., 2002. Sistema de explotación caprina en zonas áridas. 95 – 100. *Actas de las XXVII Jornadas Científicas y VI Internacionales de la S.E.O.C.*

CAPOTE, J.; TEJERA, A., 2000. Troncos originarios de las principales especies domésticas. Ruta migratoria y difusión de las especies. Razas destacadas. Colonización de América Latina. Formación de razas criollas. *I Curso Internacional sobre la conservación y utilización de las razas animales domésticas locales en sistemas de explotación tradicionales.* CYTED. C.C.

CASTEL GENÍS, J.; MENA GUERRERO, Y.; GÓMEZ PÉREZ, E.; CARAVACA RODRÍGUEZ, F.; DELGADO PERTIÑEZ, M; ALCALDE ALDEA, M.; GUZMÁN GUERRERO, J. L., 1999. Caracterización de explotaciones caprinas: Sistemas semiextensivo de la sierra Norte de Cádiz. 141-144. *Actas de la XXIV Jornadas Científica de la y 3ª Internacional de la S-E.O.C.*

CARDELLINO, R., 2002. La estrategia mundial de la FAO para los recursos zoogenéticos. 13-20. *V Congreso del SERGA.*

CELAYA, R.; OSORO, K., 2002. Efecto de la Proporción de ovinos y caprinos en el rebaño sobre la dinámica vegetal de brezales-tojales parcialmente mejorados. 537-542. *XLII Reunión Científica de la S.E.E.P.*

CHINEA, E; BARQUÍN, E.; MARÍN, P.; AFONSO, C.; HITA,, P.; HERNÁNDEZ, E., 1998. Apetencia por caprinos de varias leguminosas arbustivas de Canarias y su análisis Qímico-Bromatologíco. Estudio Preliminar. 335-328. *Actas XXXVIII Reunión Científica de la S.E.E.P.*

CLAVERO, T.; RAZZ, R., 1998. Utilización de la *Leucaena leucocephala* como suplemento en caprinos en crecimiento. 311 –313. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la S.E.E.P.*

DELGADO, J. V., 2002. Conservación de los recursos genéticos animales y los sistemas de explotación tradicionales dentro del programa Iberoamericano de Ciencias y Tecnología para el desarrollo (CYTED). *Archivos de Zootecnia* , **51**, 15-23.

DELGADO, J. V.; PUNTAS, J.; BARBAS, C.; SIERRA, A. C.; SERENO, F., 2000. Programa de mejora genética de la raza ovina Segureña como base para su conservación. *Archivos de Zootecnia* , **50**, 145-151.

DEL POZO RAMOS, M.; Y MARTÍNEZ, A., 1998. Efecto comparado del pastoreo mixto y monoespecífico de vacuno y caprino sobre la estructura botánica de praderas de Raigrás inglés y Trébol blanco. 235-238. *Actas XXXVIII Reunión Científica de la S.E.E.P.*

DEL POZO RAMOS, M.; MARTÍNEZ, A., 1998. Efecto comparado del pastoreo mixto y monoespecífico de ovino y caprino sobre la estructura botánica de praderas de Raigrás ingles y Trébol blanco. 321-324. *Actas XXXVIII Reunión Científica de la S.E.E.P.*

DOMENECH GARCÍA, V.; PARDO SEMPERE, L.; GARCÍA MARTÍNEZ, A.; FRÍAS MORA, J.; HERRERA GARCÍA, M.; RODRÍGUEZ ALCAIDE, J.J., 1999. El sector caprino extensivo en el contexto del Parque Natural de Cazorla, Segura y Las Villas. 131- 134. *XXIV Jornadas de Producción Caprina.*

ESPEJO GUTIÉRREZ DE TENA, A.; ESPEJO DÍAZ, M.; LÓPEZ GALLEGO, F., 2000. Ordenación del Pastoreo en Explotaciones Ovinas de Dehesa. 1. Calendario de Aprovechamiento de los Recursos Forrajeros. 477-482. *XXV Jornadas Científica y IV Internacionales de la S.E.O.C.*

FRESNO, M.; TRIANA, J. J.; TORRES, E.; CHAVEZ, C.; LORENZO, M.; CAPOTE, J.; DARMANIN, N., 1998. Repercusiones de la ampliación del R (CEE) Nº 2078/92 en la conservación de las razas autóctonas Canarias en peligro de extinción. *Archivos de Zootécnia,* **47,** 381-386.

GONZÁLEZ, C.; DE LA FUENTE, L., SAN PRIMITIVO F., 2001. Situación actual de la raza ovina castellana. *Archivo de Zootecnia,* **50**, 21-25.

GEORGOUDIS, J.; ILIGDA, CH.; BOTAZOGLU, J., 2000., Goat genetic resources in southern Europe: present use and prospects. 923-926. *7ª International Conference on Goats*, Tours, France.

HERNÁNDEZ ZEPEDA, J. S.; FRANCO GUERRA, F. J.; HERRERA GARCÍA, M´; RODERO SERRANO, E.; SIERRA VAZQUEZ, A. C.; Bañuelos Cruz, A.; Delgado Bermejo, J. V., 2002. Estudios de los recursos genéticos de México: Características morfológicas y morfoestructurales de los caprinos nativos de Puebla. *Archivo de Zootecnia,* **51**, 53-64.

HERRERA GARCÍA. M., 2002. Criterios etnozootécnicos para la definición de poblaciones animales. 41-48. *V Congreso del SERGA.*

LANDAU. S.; PROVENZA, F.; SILANIKOVE, N., 2000. Feeding behaviour and utilization of vegetation by goats under extensive systems. 47-52. *7º International Conference on Goats*, Tours, France.

LÓPEZ GALLEGO, F.; ESTÉVEZ HERRERA, Mª.; PICÓN SÁNCHEZ, F., 1998. Efecto de la suplementación preparto sobre la producción lechera de ovejas Merinas en pastoreo. 89 –92. *Actas de la XXIII Jornadas Científica de la S.E.O.C.*

Machado, T. M., 2000. Caprines autochtones du Brésil: l'identification, la standardisation et la sauvegarde. The native goat populations of Brazil: identification, standardization and preservation. 941 –943. *7ª Conference internationale on Goats*. Tours, France.

MANTECÓN, A. R.; FRUTOS, P.; GIRÁLDEZ, F. J., 1998. Prácticas en ganadería extensiva. 205-217. *Actas XXXVIII Reunión Científica de la S.E.E.P.*

MENDIZABAL, J. A.; DELFA, R.; EGUINOA, P.; ARANA, A. GONZÁLEZ, C.; ALZON, M.; PURROY, A., 2002. Acumulación/ Movilización de reservas Grasas;: Especies Caprinas *vs* Especies Ovinas. 180-185. *XXVII Jornadas Científicas y VI Jornadas Internacionales de la S.E.O.C.*

MEZA, C. A.; MONTALDO, H. H., 2000. Bio-economical evaluation of five goat genotypes using milk, meat, and survival component. *7ª International Conference on Goats*, Tours, France, 214-215.

MORAND-FEHR, P., 1997. Particularidades de la Alimentación de cabras lecheras de alta producción; Estrategias a adoptar en ambientes mediterráneas o tropicales. 99-124. *XXII Jornadas Sociedad Científicas Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia.*

NAJARI, S.; BEN HAMMOUDA, M. KHALDI, G.; HATMII, H.; KHORCHANI, T., 2000. Ameliotation de la producción caprine en zonas arides par l'utilisation des reces exotiques. Improvent of goat production in arid regions by the use of exotic breeds. *7ª International Conference on Goats*, Tours, 211-213.

OSORO, K.; MARTÍNREZ, A., 1994. Efecto de la presión de pastoreo y del porcentaje de pasto mejorado disponible en el rendimiento animal de ovinos y caprinos. 337-342. *Actas de la XXXIV reunión Científica de la S.E.E.P.*

OSORO, K.; PANIAGUA, E.; CELAYA, R.; ROCHA, R., 1994. Diferencias en la conducta de pastoreo de caprino y ovinos y su efecto en la calidad del pasto mejorado disponible. 325-330. *Actas de la XXXIV reunión Científica S.E.E.P.*

OROZCO PIÑÁN, F., 2002. Concepto básico de las poblaciones donde se aplica la mejora. 25-40. *V Congreso del SERGA.*

PAEZ, J., 2000. Futuro optimista para el ganado caprino. *Diario UNO*. Mendoza. Argentina.

PARIACOTE, F. A.; D'ACENCAO, D. C.; BORGES, C.; MORÓN, W., 2002. Características de la cadera en tres subpoblaciones de caprino criollo venezolano. Resultados preliminares. *Archivos de Zootecnia,* **51**, 265-270.

REVESADO, P. R.; MANTECON, A. R.; GONZALEZ, J. S.; RAMOS, G. Y., 1992. Efecto del tipo de pasto sobre la evolución de la intensidad de selección ejercida sobre el mismo por dos razas ovinas. 321 – 325. *XXXII Reunión Científica de la S.E.E.P.* RIBAS, M.; GUTIÉRREZ, M., 2000. Goats milk production in Cuba: first results in specialized breeds. 262-263. *7ª International Conference on Goats.* Tours, France.

RIBEIRO, A.C.; QUEIROZ, S.A. LUI, J. F. RIBEIRO, S. D; RESENDE, K. T., 2002. Estimation des paramétres génétiques de l'intervalle de mise bas et de l'age á la premiére mise des chévres Saanen au Brésil. Genetic and phenotypic parameters estimates of kidding interval and age first kidding in Saanen in Brazil. 258 – 259. *7ª International Conference on Goats*, Tour France.

RIVERO, C.; RIVERO, G.: GARCÍA, J.; POSE, H.; JUSTO, J.R.; FERNÁNDEZ, M., 2001. Actuaciones para la conservación de la ovella galega. *Archivos de Zootecnia,* **50,** 259-264.

RODRÍGUEZ ALCAIDE, J. J.; GARCÍA MARTÍNEZ, A.; PARDO SEMPERE, L., 1998. Conservación de razas autóctonas, economía sostenible y utilitarismo. *Archivos de Zootécnia,* **47**, 363-369.

RUBINO, R.; MOIOLI, B.; FEDELE, V.; PIZZILLO, M.; MORAND-FEHR, P., 1995. Milk production of goats grazing native pasture under different supplementation regimes in southern Italy. *Small Ruminant Research* **17 (3),** 213- 221.

SAÑUDO, C.; ALFONSO, M. 1999. Factores que afectan a la calidad del producto en el ganado ovino de aptitud cárnica. 36-48. *XXIV Jornadas Científicas y 3ª Internacionales de la SEOC.*

SAÑUDO, C.; MARTÍNEZ-CEREZO, S., 2002. Aspecto productivos de utilidad para definir las poblaciones animales. 57-63. *V Congreso del SERGA.*

SERRANO MOYANO, B.; GARZÓN SIGLER, A.I.; SERRANO MOYANO, J. M.; FIGUEROA SÁNCHEZ, A.; MARTÍNEZ HENS, J., 1998. Estudio de explotación de un rebaño ovino en un sistema integral sierra-campiña en la provincia de Córdoba. Programa de actuación. 457 – 460.*Actas de las XXIII Jornadas Científica de la S.E.O.C.*

SIERRA ALFRANCA, I., 1996. Los Sistemas Extensivos, Las Razas Autóctonas y el Medio Natural. 17-31. *XXXVI Reunión Científica de la S.E.E.P.*

TEJERA GASPAR, A. 2000. *Los cuatros viajes de Colón y las Islas Canarias* (1492-1502). 167 pp. Ed. Lemus.

TORRADO, L.; VALDERRÁBANO, J., 2000. Capacidad de utilización de zonas forestales por el ganado caprino. 511-5114. *XXV Jornadas Científica y IV internacionales de la S.E.O.C.*

VALIENTE, O. I.; MOTA, M.; DELGADO, P.; DE VEGA, A.; GUADA, A., 2000. La Cebada en pie como recurso de verano en zonas áridas. 287 – 290. *Actas de las XXV Jornadas Científica de la S.E.O.C.*

WAZNA, E.; GUT, A.; WÓJTOWSKI, J., 1999. The effect of rearing methods on qualitative and quantitative parameters of ewe milk yields. *Options Méditerranéennes,* **46**, 135-139.

AGRI, 2000. Luz Verde para los Recursos Genéticos Animales. Animal Genetic *Resources Information,* **28** (Editorial).

CALIDAD NUTRITIVA DE LOS RECURSOS PASTABLES DE LAS AREAS DE USO GANADERO DEL PARQUE NATURAL DE GORBEIA

N. Mandaluniz,[1] A. Aldezabal,[2] y L.M. Oregui[1]*

[1] NEIKER - Granja Modelo de Arkaute, Apdo. 46, 01080 Vitoria-Gasteiz.
[2] Landare-Biologia eta Ekologia Saila, Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV-EHU). Apdo. 644, 48080 Bilbo.
**** Correo electrónico: nmandaluniz@neiker.net***

Resumen

La selección de la dieta de los animales está determinada por la naturaleza y distribución del material vegetal, así como por su disponibilidad y calidad. El objetivo principal de este estudio fue cuantificar el valor nutritivo de los recursos pastables (herbáceos y leñosos) en 4 comunidades vegetales, pasto abierto (Pa), brezal (Br), brezal-argomal-helechal (BAH) y arbolado (Ar) presentes en dos áreas de uso ganadero del P.N. de Gorbeia, en términos de proteina bruta (PB) y digestibilidad potencial (DP).

En general, la calidad del componente herbáceo (PB=14,5±3,6 % y DP=66,6±14 %) fue significativamente superior al leñoso (PB=10,7±3,4 % y DP =49,7±11 %), siendo las dicotiledóneas el componente de mejor calidad (PB=16,3±3,4 % y DP=84±16 %). Los valores medios de DP de la hierba variaron en función de la comunidad vegetal con valores superiores en Pa (75 %) que en Br (69,3 %) y BAH (63,8 %), y, valores de PB de 13,7 %; 15,4 % y 13,1 %, respectivamente. Entre las especies leñosas el tojo presentó valores medios de PB (13,2±3,4 %) y DP (57±4,6 %) notablemente superiores a los del brezo (PB=9,8±2,6 %; DP=46,2±7 %). En todos los casos los valores máximos de PB y DP se dieron en mayo con una reducción a medida que avanzaba la estación de pastoreo.

Palabras clave: herbáceo, *Erica*, *Ulex*, proteina, digestibilidad, zonas de montaña.

Introducción

Los pastos de las zonas de montaña presentan una gran heterogeneidad combinando componentes herbáceos y leñosos lo que condiciona la estrategia de selección del ganado vacuno. Además, la calidad de los recursos pastables no es constante ya que viene determinada en gran medida por la fenología de las plantas, que presentan un mayor valor nutritivo en fase vegetativa que en reproductiva. Además de ello, es conocido que las dicotiledóneas presentan mejor calidad que las graminoides (van Soest, 1994).

Resulta imprescindible cuantificar el valor nutritivo de estos recursos pastables, y su variación para poder gestionar el manejo de los animales que utilizan estas zonas. Teniendo esto en cuenta, los objetivos del presente trabajo fueron: (i) determinar la calidad nutritiva de los recursos pastables en estas zonas de montaña, (ii) comparar la calidad del componente herbáceo y leñoso en las distintas comunidades estudiadas, y, (iii) analizar su evolución temporal.

Material y metodos

El trabajo se realizó en dos áreas de uso ganadero de la vertiente atlántica del Parque Natural del Macizo del Gorbeia durante el período de pastoreo del año 2000. Las características de la zona vienen detalladas en Albizu *et al.* (1999). En dichas áreas se definieron las siguientes comunidades vegetales utilizadas por el ganado vacuno: (i) pasto denso abierto (Pa) que se desarrolla en zonas llanas con suelo profundo donde predominan *Festuca rubra* D. Don, *Agrostis capillaris* L.y *Trifolium repens* L. (nomenclatura según Aizpuru *et al.*, 1999) en una cobertura variable (Mendarte, 1998); (ii) brezal abierto (Br) compuesto por un mosaico de especies leñosas (*Erica vagans* L. y *Erica cinerea* L.) en una cobertura menor del 50%, y pasto denso; (iii) brezal-argomal-helechal (BAH) con una cobertura leñosa superior al 50% con predominio de *Ulex europaeu* L., *Erica vagan* L., *E. Cinerea* L., *E. Tetralix* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull y, helecho común (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn); y finalmente (iv) arbolado (Ar) compuestos de *Fagus sylvatica* L. o *Pinus radiata* L., con sotobosque muy variable (pasto, zarza, suelo desnudo, hojarasca, etc).

La calidad nutritiva de los recursos pastables se analizó con una periodicidad bimensual, de mayo a noviembre, y paralela al estudio de comportamiento de dos rebaños de ganado vacuno, tomándo muestras de las comunidades utilizadas en cada momento. Las muestras herbáceas re recogieron mediante simulación de pastoreo o "*hand plucking*" (Wallis de Vries, 1995) y las leñosas de forma individual (*Ulex europaeus* L., *Erica vagans* L. y *Calluna vulgaris* (L.) Hull) mediante corte con tijera de brotes con un diámetro similar al consumido por los animales. En conjunto se dispuso de un total de 51 muestras de pasto herbáceo y 71 de especies arbustivas.

Tras el secado y molido de las muestras, la PB (Proteína Bruta) resultó de multiplicar por el factor 6,25 el nitrógeno obtenido mediante la técnica de Kjeldalh (A.O.A.C., 1999). Las diferentes fracciones de la fibra (FND: fibra neutro detergente, FAD: fibra ácido detergente y LAD: lignina) se determinaron mediante el método de fragmentación secuencial (van Soest, 1994) y la digestibilidad potencial (DP) se estimó mediante la ecuación que se indica a continuación (Van Soest, 1994), en la que los distintos componentes vienen expresados en porcentaje sobre materia seca:

$$DP=(0,98 \times (100-FND) + (\{147,3-78,9 \log (\{LAD/FAD\}x100)\}xFND/100)$$

Los parámetros de PB y DP del componente herbáceo se analizaron mediante un análisis de varianza (SAS, 2001) considerando como efectos fijos la comunidad vegetal (Pa, Br, BAH y AR) y el momento de muestreo (1=mayo, 2=julio, 3=septiembre y 4=noviembre). No se consideró la interacción entre ambas efectos debido al desequilibrio existente derivado del sistema de muestreo. En el análisis de varianza de los componentes leñosos, se consideró el efecto del momento de muestreo y de la especies muestreada, sin tener en cuenta *C. vulgaris* (L.) Hull, dado el escaso número de muestras.

Sobre una submuestra del componente herbáceo, se realizó una separación en cuatro fracciones, dos correspondientes a las fracciones reproductivas de las gramíneas (espigas) y dicotiledóneas (flores) y las otra dos correspondientes a sus fracciones vegetativas, identificadas como graminoides y dicotiledóneas, respectivamente. Estas fracciones se analizaron por separado mediante un análisis de varianza con la fracción (espigas, flores, gramíneas y dicotiledóneas) como único efecto fijo.

Resultados y discusión

Los valores medio de los parámetros analizados se indican en la **Tabla 1**, en la que se aprecia que el componente herbáceo presenta un elevado valor nutritivo, con una DP media del 70 % y un contenido medio en PB del 14,5 %, valores claramente superiores a los de las especies arbustivas. Entre estas, a su vez, el tojo (*U. Europeus* L.) presentó una digestibilidad muy superior a los brezos (*E. vagans* L. y *C. vulgaris* L.), relacionada con el mayor contenido en LAD de estos últimos. Igualmente, dado su carácter de leguminosa perenne, presentó un mayor contenido en PB y únicamente un punto inferior al del pasto herbáceo.

Tabla 1: Valores medios (expresados en %) y desviación de proteína bruta (PB), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), lignina (LAD) y digestibilidad potencial (DP) del componente herbáceo y arbustivo. (L.) Hull.

	N	PB	FND	FAD	LAD	DP
HERBÁCEO	53	**14,5±3,6**	**62,9±8,9**	**34,8±6,1**	**7,8±3,9**	**70,6±14,6**
LEÑOSO	79	**10,7±3,4**	**56,9±7,0**	**44,22±8,6**	**25,8±10,3**	**49,7±11,1**
***E. vagans* L.**	44	9,8±2,6	54,3±5,9	43,5±10,2	30,4±10,2	46,2±7,0
***U. europaeus* L.**	27	13,2±3,4	61,9±7,2	44,8±6,2	16,6±3,1	57,0 ±4,6
***C. vulgaris* (L.) Hull**	8	7,1±1,1	55,8±4,9	45,9±6,1	29,3±3,9	45,7±5,1

Tal como se desprende de los resultados del análisis de varianza realizado sobre al fracción herbácea (**Tabla 2**), la comunidad vegetal afectó significativamente ($p<0,05$), tanto al contenido de PB como a la DP de la muestra. El contenido medio de PB fue más alto en el pasto herbáceo del Ar y el Br respecto al BAH ($p<0,05$), mientas que el Pa presentó un valor intermedio no diferente ($p>0,05$) al resto de comunidades. Por lo que respecta a la DP, el Pa y el Ar, fueron las comunidades con valores más altos y diferentes estadísticamente de las dos comunidades arbustivas Br y BAH ($p<0,05$).

Tabla 2: Medias de mínimos cuadrados (media ± d.e.) del porcentaje de proteína bruta (PB) y de digestibilidad potencial (DP) del componente herbaceo de los pastos de montaña, en función de la comunidad (Pa: Pasto abierto; Br: brezal con densidad inferior al 50 %, BAH,: brezal-argomal-helechal con densidad de estos componentes superiror al 50 %, Ar: arbolado) y el momento de recogida de las muestras. (1:Mayo; 2, Julio; 3 Setiembre, 4: Noviembre).

	Comunidad				Control				P	
	Pa	Br	BAH	Ar	1	2	3	4	Comunidad	Control
% PB	$13,7^{ab}$±0,63	$15,4^{a}$±0,74	$13,1^{b}$±0,44	$15,6^{a}$±1,16	$17,8^{a}$±0,54	$15,0^{b}$±0,69	$15,1^{b}$±0,67	$9,9^{c}$±0,83	0,04	<0,001
% DP	$75,0^{a}$±3,65	$59,3^{b}$±4,28	$63,8^{b}$±2,65	$70,2^{ab}$±8,07	69,2±3,17	68,8±4,32	65,2±4,44	65,14±4,98	0,04	0,81

Valores medios con el mismo superíndice no difieren estadísticamente ($p<0,05$) entre sí dentro del la misma linea y efecto (Comunidad o Control).

El momento de muestreo ($p<0,001$) afectó significativamente al contenido de PB del componente herbáceo, con una reducción paulatina del mismo, más acusada en la parte final de la estación de pastoreo. Esta tendencia no se apreció en la DP ($p>0,05$), en gran parte debido a la gran variabilidad de la DP calculada.

Por otro lado, se apreció (**Tabla 3**) un mayor contenido en PB y más alta DP en las dicotiledóneas que en las graminoides, independientemente de la fracción considerada (vegetativa o reproductiva), reflejo del menor contenido en pared celular y mayor en componentes celulares solubles de las primeras (Gordon, 1989, Van Soest, 1994). Además, las diferencias entre ambas fracciones fueron mucho más acusadas en las graminoides que en las dicotiledóneas (**Tabla 3**).

Tabla 3: Medias de mínimos cuadrados (expresados en %) y desviación estándar de proteína bruta (PB), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), lignina (LAD) y digestibilidad potencial (DP) de las graminoides (Gram) y dicotiledóneas (Dicot), así como de sus elementos florales (espigas y flores).

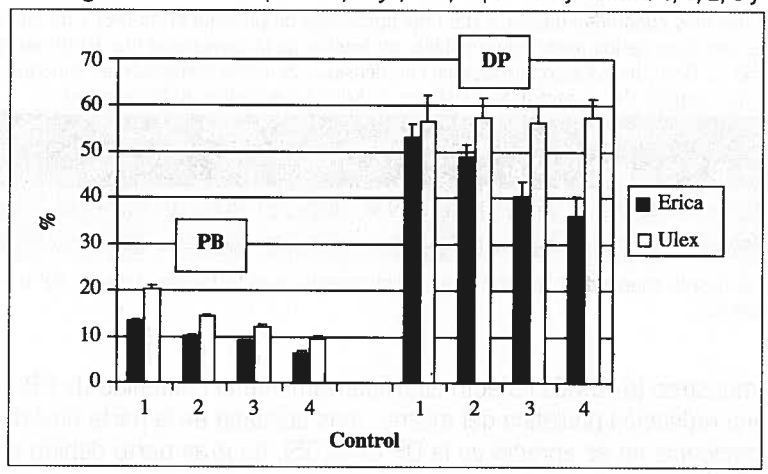
	PB	FND	FAD	LAD	DP
Comp Herbaceo	$14,5^{a}$±0,5	61,9±1,0	$36,3^{ac}$±0,8	$8,6^{a}$±0,5	$66,6^{a}$±2.0
Gram	$13,8^{a}$±0,5	$66,4^{a}$±1,0	$34,2^{a}$±0,8	$6,2^{b}$±0,5	$72,9^{b}$±2,2
Dicot	$16,3^{b}$±0,7	$47,6^{b}$±2,6	$28,9^{b}$±1,4	$10,3^{a}$±1,1	$84,0^{c}$±4,8
Espigas	$6,9^{c}$±1,7	$72,2^{c}$±3,4	$41,3^{c}$±2,8	$7,5^{ab}$±1,9	$61,8^{ab}$±8,1
Flores	$15,7^{ab}$±1,6	46,6±b3,9	$35,9^{a}$±2,8	$14,3^{c}$±1,7	$71,3^{abc}$±7,2

Los superíndices indican diferencias significativas ($p<0,05$) dentro de la columna.

Estas diferencias entre las distintas fracciones del pasto, así como de los distintos componentes del mismo, serían una de las causas de la variación del valor nutritivo de la hierba de las distintas comunidades vegetales y su evolución a lo largo de la estación de pastoreo. La mayor reducción de la altura del pasto en el Pa (datos sin publicar, DSP) conllevaría un mayor contenido en partes vegetativas lo que sería una de las causas de su mayor DP media. Por otro lado, la reducción paulatina del porcentaje de dicotiledóneas (DSP) contribuiría a la reducción del contenido de PB a medida que avanza la estación de pastoreo.

En la **Figura 1** se representa la evolución de la calidad de los componentes leñosos a lo largo de la estación de pastoreo. Los dos efectos considerados especie arbustiva ($p<0,001$) y el momento de muestreo ($p<0,001$), y su interacción ($p<0,001$) afectaron significativamente al contenido de PB. En los dos casos se observa un descenso paulatino en el contenido de PB más acusado en el caso del tojo que mantiene unos niveles superiores ($p<0,05$) a los del brezo en todos los controles. En el caso de la DP, únicamente la especie tuvo un efecto significativo ($p<0,001$), confirmando la mayor digestibilidad del tojo anteriormente indicada, y, ni el momento de control ni la interacción de ambos factores tuvo un efecto significativo ($p>0,05$).

Figura 1: Evolución del contenido en proteína (PB) y de la digestibilidad potencial (DP) del brezo (Erica) y del tojo (Ulex) en los controles efectuados a lo largo de la estación de pastoreo, Mayo, Julio, Septiembre y Noviembre, 1, 2, 3 y 4, respectivamente.



Sin embargo, tal como se puede apreciar en la **Figura 1**, la evolución de este parámetro en ambas especies fue diferente a lo largo del verano. Mientras la DP se mantuvo en el tojo, tendió a reducirse en el brezo, de forma que en los dos primeros controles ambas especies presentaban valores similares ($p>0,05$), mientras que en los dos últimos, la DP del brezo fue significativamente inferior ($p<0,05$) a la del tojo (40,7±3,00 vs. 56,5±3,59 y 36,1±4,24 vs. 57,5±3,87, respectivamente). Por tanto, las partes ramoneadas del tojo, además de un mayor contenido en PB, tenderían a mantener su digestibilidad a lo largo de la estación de pastoreo, mientras que se reduciría en el brezo.

Conclusiones

El valor nutritivo, considerando el contenido de PB y la DP del componente herbáceo de las distintas comunidades estudiadas, es elevado a lo largo de toda la estación de pastoreo. Por consiguiente, en estos pastos el factor más limitante, para sostener una producción animal sería la disponibilidad vegetal. Considerando la reducción de la disponibilidad herbácea descrita (Albizu *et al.*, 1999) en los pastizales a final de la estación de pastoreo, los resultados obtenidos indican que comunidades mixtas, con arbustos o arbolados, pueden desempeñas un papel importante en estos pastos, dado su valor nutritivo. Por otro lado, el estudio de la composición de los pasto en las distintas comunidades sería necesario para una mejor interpretación de la evolución que experimentan a lo largo de la estación de pastoreo.

La calidad nutritiva del componente leñoso es muy dependiente de la especie siendo la del tojo superior a la del brezo. Ambos podrían ser un complemento a la ingestión de hierba, si bien la reducción de su calidad en la parte final de la estación de pastoreo, cuando puede existir una mayor necesidad, puede limitar su uso, especialmente del brezo. Sin embargo, su posible valor estaría condiconado a los patrones de ingestión por parte de los animales, condicionados por los mecanismos de defensa que poseen.

Agradecimientos

Agradecemos al Gobierno Vasco por la beca que ha disfrutado Nerea Mandaluniz.

Referencias bibliográficas

AIZPURU, I., ASEGINOLAZA, C., URIBE-ECHEBARRÍA, P.M., URRUTIA, P. & ZORRAKIN, I. 1999. *Claves Ilustradas de la Flora del Pais Vasco y Territorios Limítrofes*. Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen-Zerbitzua, Gasteiz.

ALBIZU, I.; MENDARTE, S.; BESGA, G.; RODRIGUEZ, M.; AMEZAGA, I. y ONAINDIA, M., 1999. Estructura de los pastizales de montaña y su relación con el pastoreo. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 51-55.

A.O.A.C., 1999. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 16th Edn. A.O.A.C Int., Gaithersburg, MD (UUEE).

GORDON, I.J., 1989. Vegetation community selection by ungulates on Isle of Rhum. *J. Appl. Ecol.*, **26**:35-51.

MATTSON, W.J.J., 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **11**:119-161.

MENDARTE, S., 1998. Gorbeiako larreen landaredi-egitura eta faktore edafikoak. Tesina, UPV, 75 pp.

S.A.S., 1988. S.A.S./Stat User's Guide. Cary, NC, Estados Unidos.

VAN SOEST, P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Ed. 2, Cornell University Press. New York (USA).

WALLIS DE VRIES, M.F., 1995. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the had-plucking method. *J. Range Manage.*, **48**:370-375.

NUTRITIVE QUALITY OF PLANT RESOURCES IN GRAZING RANGES OF THE NATURAL PARK OF GORBEIA

SUMMARY

Livestock diet selection is determined not only by the nature and distribution of the vegetal resources but also by its availability and quality. The main objective of this work was to quantify the nutritive value, crude protein (PB) and potential digestibility (DP) of foraging resources in 4 vegetal communities which ranged from groves (Ar) to open pastures (Pa) and swards with different degrees of shrub cover (Br and BAH). Herbaceous component quality (PB=14,5±3,6 % and DP=66,6±14 %) was higher than shrub's one (PB=10,7±3,4 % and DP =49,7±11 %) and the highest quality component among them were the dicotyledoneus (PB=16,3±3,4 % and DP=84±16 %). Both, PB and DP average values, varied with the vegetation community and the grazing season: herbaceous component showed higher values DP in Pa communities (75 %) than Br (69,3 %) or BAH (63,8 %) ones, while PB values showed a different pattern: 13,7 %; 15,4 % y 13,1 %, respectively. Both parameters showed higher values in may and they decreased as the grazing season evolved. Shrubby components showed a high variability between species: *Ulex europaeus* had medium values of PB (13,2±3,4 %) and DP (57±4,6 %), significantly higher than *Erica vagans* (9,8±2,6 % and 46,2±7 %, respectively). Shrubby quality (PB y DP) evolution was similar to herbaceous one.

Key words: herbaceous, *Erica*, *Ulex*, protein, digestibility, mountain areas.

VALORACIÓN BROMATOLÓGICA DEL CULTIVO DE LA ZULLA (*HEDYSARUM CORONARIUM L.*), DURANTE SU PRIMER AÑO DE CULTIVO, EN LA ISLA DE MENORCA

J. Bustamante,[1] A. Allés,[1] J.R. de Olives,[2] y J. Rovira[3]

[1] Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Mahón. CCEA. Aptdo. 35. 07700 Mahón. Menorca. (España). [2] Servicio Gestión Técnica del Instituto de Biología Animal de Baleares. IBAB S.A. Delegación Menorca. Bisuters 36. 07760 Ciutadella. Menorca. (España). [3] Departamento de laboratorio del IBAB S.A. Sección Bromatología. Esperanto 8. 07198 Son Ferriol. Mallorca. (España).

Resumen

Se ha estudiado la evolución del valor nutritivo de la zulla (*Hedysarum coronarium L.*), en su primer año de cultivo en secano y en sus diferentes estados fenológicos y con el fin de ajustar, según sea el momento de aprovechamiento del forraje, el racionamiento alimenticio de las vacas lecheras. A medida que avanza la madurez de la planta, desde el estado fenológico de hojas hasta el de fructificación, se incrementan los constituyentes de la pared celular (la FB desde 16,35 % hasta 33,35 %, la FAD desde 23,41 % hasta 45,07 % y la FND desde 24,96 % hasta 51,96 %) y disminuye el contenido de proteína bruta (de 23,35 % a 13,08 %). Ésta mantiene sus valores entre los estados fenológicos de yemas florales e inicio de floración, 17,03 % y 16,78 % respectivamente.

Palabras clave: Forraje bianual, secano, estados fenológicos, valor nutritivo.

Introducción

La zulla (*Hedysarum coronarium L.*) es una planta de la familia de las leguminosas, tribu *Hedysareas*. Es una planta forrajera bianual con un cierto grado de rusticidad y rebrote lo que permite su pastoreo y siega, desarrollando una continua actividad vegetativa en secano desde finales de septiembre hasta principios de mayo. Fue introducida en Menorca en 1856 como forrajera (Mir, 1987), con semilla procedente de Andalucía y se ha adaptado perfectamente al clima de la isla de tal forma que actualmente, en ámbitos botánicos insulares, se la califica de planta invasora. Es una planta muy apetecida por el ganado por sus abundantes foliolos. Sus tallos son gruesos, carnosos y fibrosos y pueden alcanzar más de 1,5 m de altura. Su sistema radicular es potente, con abundantes raíces secundarias ramificadas y una raíz pivotante robusta y muy desarrollada, que le permite explorar horizontes profundos del suelo. La zulla es exigente en agua, en especial a finales de verano para favorecer el rebrote de las plantas de segundo año y la nascencia de las semillas caídas a tierra en el año anterior. También en primavera, la falta de agua, puede mermar considerablemente la producción y provocar la muerte prematura de la planta y la lignificación excesiva de sus tallos en detrimento de su valor forrajero.

Requiere clima templado mediterráneo, mejor de alturas inferiores a los 400 m sobre el nivel del mar y de 400 a 800 mm de pluviometría anual (De Olives, 1967). En Menorca llueve de septiembre a mayo, siendo la sequía casi total en verano, con lo que el ganado vacuno dispone de forraje

desde noviembre hasta inicios de mayo (Tabla 1). Los inviernos son suaves y la temperatura media de enero es de 9,7 ºC y la media de las mínimas es de 5,9 ºC. O sea, días con temperaturas medías inferiores a 6 ºC hay muy pocos. Las heladas son excepcionales y la nieve es un meteoro casi desconocido. Todo esto hace que el invierno sea húmedo y templado por lo que la parada invernal del forraje se reduce a unos pocos días. La alta humedad ambiental provoca fuerte rocíos nocturnos, sobre todo en diciembre y enero, lo cual contribuye a la vitalidad invernal del forraje.

El modo de aprovechamiento habitual es en verde o con destino a ensilado (Bustamante et al, 2000). Si se realiza en verde, no conviene realizar ningún aprovechamiento hasta el estado de entallado (febrero - marzo) mediante siega con remolque segador. Luego, si la primavera es lluviosa, se podría realizar un segundo aprovechamiento en el estado de floración (mayo). Durante el primer año de cultivo no es recomendable realizar pastoreos para favorecer la implantación del cultivo. Si se aprovecha con destino a ensilado el momento de corte dependerá de la técnica utilizada. Si se realiza el ensilado en pacas el estado ideal de aprovechamiento es en botones florales (marzo). En cambio, si se ensila con picadora de mayales sería en estado de floración (abril).

Tabla 1: Precipitaciones medias (mm) y temperaturas medias (ºC). Datos estación meteorológica CCEA de Mahón.

	Precipitaciones medias (mm)		Temperaturas medias (ºC)					
			1996-2002[1]			1950-2002		
	1996-2002[1]	1950-2002	Mínimas	Medias	Máximas	Mínimas	Medias	Máximas
Agosto	26	25	20,7	24,7	28,9	20,1	24,4	28,7
Septiembre	70	59	18,0	21,8	25,8	17,8	22,0	26,2
Octubre	63	104	15,6	18,9	22,3	14,5	18,3	22,1
Noviembre	113	90	10,8	14,0	17,3	10,1	13,9	17,7
Diciembre	61	79	8,4	11,7	14,8	7,5	11,0	14,6
Enero	54	66	7,7	11,1	14,6	5,9	9,7	13,6
Febrero	46	52	7,6	10,7	14,3	5,9	9,8	13,7
Marzo	26	48	9,2	13,1	17,1	7,2	11,3	15,4
Abril	47	49	10,3	14,3	18,2	8,7	13,0	17,2
Mayo	39	31	13,8	17,7	21,9	12,1	16,6	21,1
Junio	27	17	17,4	21,5	25,6	16,1	20,6	25,2
Julio	17	6	19,6	23,6	27,6	19,3	23,9	28,4
TOTAL	589	626						

[1] Años objeto del estudio.

En Menorca se cultivan unas 500 ha de zulla. El Govern de les Illes Balears, desde 1999, y el Consell Insular de Menorca subvencionan la compra de la semilla y del inoculante.

Siendo la zulla un cultivo muy poco estudiado en España y del que apenas existe información publicada, se plantea este trabajo con el fin de conocer su valor nutritivo por ser un forraje de gran interés en la alimentación de las vacas lecheras de las fincas de Menorca.

Material y métodos

El material utilizado en la realización de este estudio han sido 104 muestras de forraje verde de zulla de primer año, recogidas de diversos zullares cultivados en secano de fincas ganaderas en explotación. Por tanto, las muestras no son de plantas espontáneas. Éstas proceden de 11 predios de Menorca y se tomaron segando varios manojos de una misma parcela con un cuchillo a una altura de unos 7 cm, entre los años 1996 y 2002, desde diciembre a mayo. Una vez tomadas se clasificaron en función de su estado fenológico. Se definieron siete estados diferentes:

1. Hojas: Planta en fase inicial de desarrollo. Ausencia de tallos (hasta enero).

2. Entallado: Planta en fase de desarrollo del tallo. Ausencia de yemas (febrero).

3. Yemas florales: Planta en fase inicial de abotonamiento (finales febrero).

4. Botones florales: Planta con botones florales en sus extremidades (principio marzo).

5. Inicio floración: Planta con flores basales en la inflorescencia (marzo).

6. Floración: Planta en fase de plena floración (abril).

7. Fructificación: Planta en fase de formación de vainas (principio mayo)

Luego fueron enviadas al laboratorio del IBAB S.A. para su análisis bromatológico. Una vez secas las muestras (60ºC durante 48 horas) y molidas (luz de malla de 1 mm), se realizaron las siguientes determinaciones (según métodos oficiales del AOAC de 1990):

– Materia seca (MS): Por desecación en estufa de ventilación forzada a 103ºC hasta peso constante para referir la analítica a % de MS.

– Cenizas (CEN): Incineración.

– Fibra bruta (FB): Esquema Wendee.

– Fibra ácido detergente (FAD): Técnica de Goering y Van Soest (1970) y Van Soest et al (1991).

– Fibra neutro detergente (FND): Técnica de Goering y Van Soest (1970) y Van Soest et al (1991).

– Proteína bruta (PB): Método Kjeldahl.

Resultados y discusión

Los resultados son los que se muestran en la Tabla 2.

De los resultados obtenidos se pueden realizar los siguientes comentarios:

– El contenido en MS se incrementa al aumentar el grado de madurez de la planta.

– El contenido en cenizas disminuye progresivamente hasta el estado de botones florales, volviendo a aumentar sus valores hasta el estado de floración, para luego volver a disminuir.

– Los contenidos en FB, FAD y FND aumentan progresivamente al aumentar el grado de madurez.

– El contenido en PB disminuye al aumentar el grado de madurez. Lo hace de forma muy rápida al pasar de hojas a yemas florales, luego se ralentiza hasta el estado de floración, para caer en picado al pasar al estado de fructificación. En Cerdeña (Italia) se obtienen valores de 27,4 % en invierno y de 16,4 % al final de la primavera (Sulas, 1995).

Conclusiones

La zulla (*Hedysarum coronarium L.)* en su primer año de cultivo es un forraje verde excelente para la alimentación de vacas lecheras. A lo largo de todo su ciclo vegetativo tiene un contenido de proteína bruta por encima del 16 % y un contenido en fibra bruta por debajo del 27 %, a excepción del estado fenológico de fructificación. El valor nutritivo se estabiliza entre los estados de yemas florales e inicio de floración.

Tabla 2: Evolución del contenido en materia seca (MS, %), y del contenido en cenizas (CEN), fibra bruta (FB), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND) y proteína bruta (PB), expresados en porcentaje sobre materia seca, del cultivo de la zulla en función de sus estados fenológicos.

Estado fenológico		MS	CEN	FB	FAD	FND	PB
Hojas	N	26	26	26	26	26	26
	Mínimo	7,54	9,24	14,62	19,52	20,57	18,77
	Media	9,31	12,92	16,35	23,41	24,96	23,35
	Máximo	11,70	16,33	18,72	29,47	30,05	28,04
	Desv. Std.	1,25	2,21	1,03	2,41	2,88	2,44
Entallado	N	18	18	13	18	18	18
	Mínimo	6,71	8,08	18,39	23,75	22,21	15,55
	Media	9,73	11,99	19,85	26,99	28,05	18,60
	Máximo	14,17	15,31	23,01	34,55	37,43	21,99
	Desv. Std.	1,87	2,39	1,34	2,80	3,72	2,10
Yemas florales	N	16	16	10	16	16	16
	Mínimo	9,21	9,33	19,53	24,83	29,31	14,31
	Media	11,91	11,24	22,53	30,42	32,39	17,03
	Máximo	14,75	13,68	25,03	36,11	37,11	21,72
	Desv. Std.	1,63	1,20	1,89	2,82	2,76	1,69
Botones florales	N	9	9	9	9	9	9
	Mínimo	10,44	8,91	20,72	29,69	31,59	14,59
	Media	13,77	10,14	23,47	33,04	34,85	16,89
	Máximo	16,48	11,08	25,69	35,60	38,89	19,97
	Desv. Std.	1,71	0,75	1,39	1,91	2,33	1,76
Inicio Floración	N	10	10	9	10	10	10
	Mínimo	10,65	9,23	21,94	25,45	32,47	12,47
	Media	14,50	10,76	25,73	33,41	36,68	16,78
	Máximo	20,22	13,92	32,70	37,63	41,07	19,99
	Desv. Std.	3,10	1,35	3,03	4,23	2,71	2,59
Floración	N	13	13	4	13	13	13
	Mínimo	9,65	10,12	26,32	26,11	29,87	12,55
	Media	14,92	11,36	27,02	34,63	39,01	16,24
	Máximo	21,49	13,87	28,13	43,24	53,98	19,21
	Desv. Std.	4,01	1,19	0,78	4,43	5,82	2,37
Fructificación	N	10	12	8	12	12	12
	Mínimo	16,67	8,24	30,91	41,02	43,10	9,58
	Media	18,93	11,11	33,35	45,07	51,96	13,08
	Máximo	23,82	14,41	36,91	50,10	64,56	15,80
	Desv. Std.	2,03	1,87	2,16	3,87	6,67	1,81

N = Número de muestras

Agradecimientos

A todos los predios, que de forma desinteresada, han permitido la recolección de las muestras de forraje de sus parcelas de cultivo y al personal del laboratorio por la realización de la analítica.

Referencias bibliográficas

AOAC., 1990. *Official methods of analysis. Association of official analytical chemists.* 15th edn. Arlintong (USA).

BUSTAMANTE, J., ALLÉS, A., ESPADAS, M., *Información Técnica del Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Mahón (Menorca)*. Números: 4, 5, 20 y 39. Mahón. Menorca (España).

DE OLIVES, G., 1967. *La zulla.* Publicación de Capacitación Agraria. Serie Técnica nº 23. 47 pp. Madrid (España).

GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. 1970. *Forage fiber analysis.* USDA, ARS Agric. Handb., 379, 1-12. Washington DC (USA).

MIR MATEO, J., 1987. Influencia del cultivo de la zulla y del ray-grass italiano en la mejora de las explotaciones agropecuarias de Menorca. *Actas de la XXVII Reunión Científica de la SEEP*, 17-59.

SULAS, L., PORQUEDDU, C., ROGGERO, P.P., BULLITTA, P., 1995. The role and potencial of sulla (*Hedysarum coronarium L.*) in the mediterranean dairy cheep farming system. *Fifth International Rangeland Congress.* 543-544.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON J.B., LEWIS B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J.Dairy Sci.* 74, 3583-3597.

SUMMARY

A study has been made of the nutritive value of the Sulla *(Hedysarum coronarium L.)* in its first year of cultivation and it's different phenologics states. With the result, depending when the forage is utilized, the related alimentation of dairy cows. During the maturity the components of the cellular wall are increased (the CF from 16,35 % to 33,35 %, the ADF from 23,41 % to 45,07 % and the NDF from 24,96 % to 51,96 %) and crude protein contents decrease (from 23,35 % to 13,08 %). This maintains its values between the phenologic state of floral bud and the beginning of flowering, 17,03 % and 16,78 % respectively.

Key words: Biannual forage, dry farming, phenologics states, nutritive value.

VALORES ANALÍTICOS MEDIOS DE LOS RECURSOS FORRAJEROS DE LAS *ILLES BALEARS*

M. Joy,[1] J. Cifre,[2] J. Gulias,[2] J.R. Olives y C. Aguiló

Institut de Biologia Animal de Balears, S.A. C/ Eperanto nº 8. Son Ferriol. 07198 - Palma de Mallorca.

[1] Unidad de Tecnología en Producción Animal. SIA-DGA. Apdo 727. 50.080 - Zaragoza.

[2] Universitat de les Illes Balears. Departament de Biologia. Unitat de Fisiologia Vegetal. Edificio Guillem Colom. Ctra. Valldemossa km 7.5, Palma de Mallorca.

Resumen

Se presenta una recopilación de los resultados analíticos de los recursos forrajeros utilizados en la alimentación animal en la Comunidad Autónoma de las *Illes Balears*. Los datos proceden de los análisis bromatológicos realizados durante el periodo de 1991-2001 en el laboratorio de bromatología del "*Institut de Biologia Animal de les Balears S.A. (Conselleria d'Agricultura i Pesca del Govern Balear)*" de muestras procedentes de cultivos forrajeros y superficies agrícolas destinadas a la alimentación animal. Dichos resultados forman parte del Proyecto Nacional INIA OT00-037-C17: "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles". Los cultivos forrajeros más comunes son el raigrás (*Lolium multiflorum*), avena (*Avena sativa*), zulla (*Hedysarum coronarium*), alfalfa (*Medicago sativa*) y maíz (*Zea mays*). Estas dos últimas especies se destinan principalmente al henificado y al ensilado, respectivamente. Se observan diferencias importantes en los cultivos utilizados en las diferentes islas, destacando la zulla en Menorca y la avena en Mallorca.

Palabras Clave: Forraje, composición química, conservación.

Introducción

Los resultados de los análisis bromatológicos que se realizan en los laboratorios agropecuarios de las Comunidades Autónomas son poco estudiados. Uno de los objetivos del Proyecto Nacional INIA *Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles* es la recopilación y estudio de todos los datos referentes a los pastos de cada comunidad para poder ofrecer unos datos reales procedentes de muestras obtenidas en la misma área geográfica.

En las *Illes Balears* los análisis bromatológicos de forrajes son requeridos por los técnicos en alimentación para conocer la calidad del alimento de que dispone e integrarlo en las dietas del ganado. Tras unos años de servicio al público se hace necesaria la recopilación de todos los resultados obtenidos con la máxima información posible con el fin de elaborar unas tablas de la composición química de los forrajes con unos valores basados en los análisis reales y no estimados. Por ello creemos que la presentación de este pequeño estudio es una buena oportunidad para realizar y presentar unos primeros resultados.

Material y métodos

Se han revisado los resultados obtenidos durante los años 1991-2001 de que dispone el laboratorio de bromatología del *Institut de Biologia Animal de les Balears (IBAB)*. Dicho centro tiene por

objetivo ofrecer un servicio a ganaderos, agricultores y técnicos para los análisis bromatológicos requeridos por las explotaciones ganaderas. Las muestras son remitidas al laboratorio por el propio ganadero o por el técnico correspondiente en una doble bolsa de plástico, cerradas lo más herméticamente posible y si el desplazamiento es importante, éste se realiza en neveras portátiles para evitar posibles fermentaciones no deseables. Al llegar al IBAB las muestras son registradas y remitidas al laboratorio de bromatología, donde son desecadas durante 48 h a 60º C en una estufa de ventilación forzada y molidas a través de una malla de 1 mm de luz. Los análisis químicos de los principios nutritivos fueron realizados de acuerdo con los métodos oficiales del AOAC (1990). Los análisis se llevaron a cabo por duplicado. El contenido en materia seca (MS) se determinó por desecación en estufa de ventilación forzada a 103ºC hasta peso constante. Las cenizas (Cz) se obtuvieron por incineración a 550ºC, la proteína bruta (PB) por método N-kjeldhal, la fibra bruta por el método Weende (FB), las fibras ácido (FAD) y neutro detergentes (FND) se determinaron según el método de Van Soest *et al.* (1991).

Los datos obtenidos durante estos 10 años han sido procesados en función del tipo de forraje y de su conservación. Los datos de localización, estado vegetativo y número de corte no estaban disponibles por lo que no han podido ser incluidos. Los resultados han sido almacenados en una base de datos y posteriormente se han ido agrupando por tipo de forraje y de conservación. Todos los resultados han sido incluidos en la base de datos y únicamente se excluyeron las muestras con informaciones erróneas o con resultados no aceptables por las características de las muestras. Se ha realizado una pequeña estadística descriptiva con los datos así recogidos.

Resultados y discusión

Los resultados de las especies forrajeras con una sola muestra han sido eliminados para este primer resumen. Los restantes tipos de forrajes fueron organizados por tipo de conservación y de forraje y se muestran en las tablas 1, 2, y 3 para los forrajes verdes, ensilados y henificados, respectivamente. La mayoría de las muestras analizadas proceden de cultivos forrajeros suponiendo, respecto al total de cultivos analizados, un 75 % en los forrajes verdes, un 95 % en los ensilados y un 96 % en los henificados.

El grupo de forrajes verdes estuvo constituido por 38 tipos de forrajes de los cuales un 42 % corresponde a cultivos forrajeros monofitos, un 29 % a cultivos de mezclas sencillas, un 11 % a mezclas polifitas, un 13 % a barbechos y el 5 % restante corresponde a prados. Las especies forrajeras más frecuentes fueron el raigrás, la zulla, la alfalfa y la avena, suponiendo un 23, 15, 13 y 9 % del total de muestras analizadas. Uno de los principales motivos por el que dichas especies forrajeras son utilizadas mayoritariamente para la alimentación del rumiante es su composición química que le proporciona un elevado valor nutritivo. Estas especies presentan un contenido en PB medio alto (entre 23,37 % y 15,67 %), valores de FND que oscilan entre 33,76 % en la alfalfa y 50,63 % en la avena, y porcentajes de FAD con medias del 27,00 % en la alfalfa y del 31,89% en la zulla por lo que los contenidos en fibra son medio-bajos (Tabla 1). La variabilidad fue amplia en todos los componentes determinados debido a los numerosos factores que afectan a la composición y que no han sido controlados, en especial los diferentes estadios vegetativos en los que se han aprovechado los recursos forrajeros (Tabla 1). En cuanto a la distribución por islas destacamos que el cultivo de la zulla junto con el del raigrás procedían en su gran mayoría de Menorca, mientras que el cultivo de alfalfa y avena de Mallorca (Censo Agrario, 1999. Illes Balears).

Los forrajes que han sido conservados en forma de ensilado también han sido numerosos, con 39 tipos distintos de forrajes, de los cuales la mayor parte corresponden a cultivos de mezclas sencillas (41 %) y a cultivos forrajeros monofitos (36 %), mientras que las mezclas para formar praderas supusieron el 21 %. En este grupo de forrajes destaca el maíz como principal especie forrajera ensilada, suponiendo el 21 % del total de las muestras de forraje ensilado analizadas. El contenido en PB del maíz fue de 8,49 % con unos valores máximos y mínimos de 4,98 y 23,6 % y una desviación (DE) de 1,49 (Tabla 2). El contenido en FAD y FND fue de media del 30,55 y 50,55 %

en el mismo orden, con una variabilidad alta de 4,85 y 6,03 para FAD y FND respectivamente. Otras especies forrajeras utilizadas frecuentemente para el ensilado son el raigrás italiano (14 %), pradera de gramíneas (9 %), mezcla sencilla de raigrás y avena (9 %), avena (8 %) y zulla (7 %). Los contenidos en PB oscilaron entre 8,88 % de la avena y 15,56 % del raigrás italiano. Esta última especie destacó por su elevada variabilidad entre muestras (Tabla 2), posiblemente como consecuencia del amplio abanico de momentos de aprovechamiento que permite. Los contenidos en fibra de estos forrajes ensilados fueron superiores a los de los forrajes verdes como consecuencia del momento de corte más tardío para el ensilado que para el aprovechamiento en verde, lo que conlleva un mayor contenido en fibra y uno menor en proteína bruta.

El grupo de los forrajes henificados presenta un menor número de especies forrajeras así como de muestras analizadas. La mayor parte de los forrajes henificados proceden de cultivos forrajeros monofitos (57 %), seguido por las mezclas sencillas (33 %) (Tabla 3). Destaca la alfalfa por ser la especie forrajera por excelencia utilizada para henificar o deshidratar. Los otros dos cultivos importantes destinados al henificado son el raigrás y la avena, lo que está de acuerdo con la capacidad productiva que presentan estas dos especies forrajeras en las Illes Balears. La alfalfa presentó un contenido medio en PB de 19,60 %, mientras que en la avena dicho contenido fue sólo del 7,05 %, presentando el raigrás un valor intermedio de 11,54 %. Los contenidos en FAD y FND siguieron un esquema inverso al de la PB, siendo más elevados en la avena (41,21 y 65,21 %), seguido por el raigrás (39,48 y 64,16) y la alfalfa (35,19 y 43,41 %).

Conclusiones

La información recopilada permite tener un conocimiento mejor de los recursos forrajeros de las Illes Balears. La mayoría de las muestras proceden de cultivos forrajeros, destacando la avena, el raigrás, la zulla, la alfalfa y el maíz. Estas dos últimas se destinan principalmente al henificado y al ensilado, respectivamente. Cabe destacar el cultivo de zulla, leguminosa forrajera ampliamente cultivada en Menorca y la práctica del despunte invernal de los cereales, destacando la avena como principal cereal forrajero. El estudio de los resultados pone de manifiesto el interés en acompañar la muestra con datos adicionales del cultivo como son estado vegetativo, localización, número de corte... que mejoran la interpretación de resultados.

Agradecimientos

Los autores del presente trabajo quieren agradecer a P. Buades, S. Joy, J. Olascoaga, M. Roig y J. Rovira por su participación. Además agradecemos al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria y a la Conselleria d'Agricultura i Pesca del Govern Balear por la financiación del proyecto.

Referencias bibliográficas

AOAC., 1990. *Official methods of analysis. Association of official analytical chemists.* 15 th ed. Arlintong, USA.

CONSELLERIA D'ECONOMIA COMERÇ I INDUSTRIA - CONSELLERIA D'AGRICULTURA I PESCA, 2002. *Cens agrari, 1999. Illes balears, 347 pp.*

FERRER C., SAN MIGUEL A., OLEA L. 2001. Nomenclátor básico de pastos en España. Pastos, XXXI (1): 7-44.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON J.B., LEWIS B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, **74:** 3583-3597.

Tabla 1: Resultados analíticos medios (valores medios en porcentaje sobre materia seca) de los recursos forrajes frescos de las Illes Balears (1991-2001).

Grupo[1]	Identificación	N	MS	Cz	PB	FB	FAD	FND
CFM	ALFALFA	125	24,75	11,71	23,37	24,61	27,00	33,76
CFB	ALFALFA+BROMO	7	27,88	10,99	20,87		30,10	40,42
CFB	ALFALFA+RAIGRAS I.	3	23,03	17,52	19,01		33,70	47,86
CFM	MAÍZ	27	28,20	5,00	8,22	23,82	27,63	49,49
CFM	BROMO	76	19,58	10,31	19,83	25,72	30,23	51,19
CFB	BROMO+RAIGRÁS I.	3	21,04	10,81	18,52		28,18	48,24
ERIAL	CAFÈ SILVESTRE MALLORQUIN	2	13,69	10,43	22,29		27,92	32,44
P. ARB.	CARRITX *(Ampelodesma m.)*	7	47,36	5,91	4,87			78,28
CFM	AVENA	90	21,66	9,74	15,67	27,39	30,45	50,63
CFB	AVENA+RAIGRÁS I.	50	14,75	11,85	21,96	23,55	27,09	44,43
PRADERA	AVENA+RAIGRÁS I.+CEBADA	7	14,37	12,62	22,19		28,70	45,15
CFB	AVENA+CEBADA	13	18,92	9,86	15,33		27,71	48,47
PRADERA	AVENA+CEBADA+TRITICALE	2	13,20	12,51	22,47		25,82	46,39
BARBECHO	AVENA+AGRIOS	2	8,90	12,51	21,03		23,42	31,93
CFB	AVENA+VEZA	11	21,73	12,37	17,74		34,17	48,57
CFM	COLZA	40	18,52	11,91	16,11	29,04	34,77	42,04
CFM	ZULLA	153	12,73	12,02	19,03	24,53	31,89	34,73
BARBECHO	ZULLA+LOLIUM	2	11,85	12,02	25,29		23,06	28,20
CFM	HABAS	3	18,07	8,47	19,76		23,68	32,33
CFM	FESTUCA	2	15,70	12,05	22,95		27,88	48,58
CFM	GIRASOL	2	16,99	9,82	19,61	22,99	27,38	32,23
PRADERA	GRAMÍNEAS	12	21,30	9,85	17,93	34,04	31,14	50,05
BARBECHO	LOLIUM	2	42,14	8,53	6,48		51,60	65,96
CFM	RAIGRÁS I.	229	14,21	12,52	21,10	22,61	27,23	44,88
CFB	RAIGRÁS I.+CEBADA	4	12,21	13,35	23,22	22,99	26,18	40,37
CFB	RAIGRÁS I.+TRITICALE	3	20,50	10,58	14,41		33,19	52,90
CFM	MEDICAGO sp.	12	20,62	13,26	18,80	19,69	31,54	39,83
CFM	CEBADA	39	29,32	8,12	12,55	27,09	30,14	52,43
CFB	CEBADA+TRITICALE	2	18,49	8,69	14,09		29,06	52,05
CFB	CEBADA+VEZA	6	14,77	10,53	18,84		27,08	45,99
BARBECHO	AGRIOS *(Oxalis pes-caprae L.)*	4	8,41	9,96	19,18	25,54	21,97	24,38
CFM	GUISANTE	2	12,50	10,09	23,11		30,91	37,88
PRADERA	MEZCLA[2]	11	21,93	10,67	17,24	36,61	29,17	45,89
BARBECHO	DIPLOTAXIS *(D. erucoides)*	3	17,18	10,74	18,02	28,71	32,22	40,05
CFM	SORGO	10	18,18	9,78	15,37	28,94	34,15	58,04
CFM	TRÉBOL *(Trifolium sp.)*	10	14,65	12,84	19,18	17,89	26,01	33,09
CFB	TRÉBOL+BROMO	2	14,07	10,87	21,19		21,44	30,09
CFM	TRITICALE	14	31,61	6,19	9,02		32,09	52,35
VALORES MÁXIMOS, MÍNIMOS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LAS ESPECIES MÁS DESTACADAS								
	ALFALFA	mín	10,35	8,57	17,46	18,33	17,6	16,43
		máx	76,64	18,86	35,03	35,41	42,6	65,4
		DE	15,07	1,65	4,28	5,66	4,72	6,37
	AVENA	mín	8,65	4,76	5,56	22,66	18,23	28,95
		máx	49,47	18,59	33,78	30,1	44,61	70,73
		DE	9,64	3,00	7,93	3,03	5,58	9,48
	RAIGRÁS I.	mín	7,5	4,84	6,25	16,86	18,38	31,63
		máx	29,53	22,92	40,11	32,48	44,4	63,86
		DE	4,36	2,45	7,22	3,02	5,05	6,75
	ZULLA	mín	6,71	8,56	11,01	14,15	20,05	20,57
		máx	24,15	16,33	28,23	37,84	50,23	55,14
		DE	4,27	1,90	4,44	7,02	7,31	8,12

[1] La nomenclatura seguida está de acuerdo con el Nomenclátor básico de la SEEP (Ferrer et al., 2001). CFM: cultivo forrajero monofito; CFB: cultivo forrajero bifito; P. ARB.: pasto arbustivo; P. RAM.: pasto ramoneo. [2] Mezcla de leguminosas (principalmente alfalfa y zulla) y gramíneas (avena, raigrás, cebada y bromo) en distintas proporciones.

Tabla 2: Resultados analíticos medios (porcentaje sobre materia seca) de los recursos forrajeros de las Illes Balears conservados mediante la técnica de ensilado (1991-2001).

Grupo[1]	Identificación	N	MS	Cz	PB	FB	FAD	FND	pH
CFM	ALFALFA	16	30,38	13,07	21,26	31,48	32,68	39,04	5,43
CFB	ALFALFA+MAÍZ	2	19,07	9,68	13,58		35,08	48,68	3,67
PRADERA	ALFALFA+BROMO+RAIGRÁS I.	2	17,42	10,83	16,13		39,78	57,44	4,88
CFB	ALFALFA+AVENA	3	27,96	10,83	16,76		30,75	47,72	4,89
PRADERA	ALFALFA+AVENA+RAIGRÁS I.+CEBADA	2	27,99	9,35	11,54		36,47	55,34	4,73
CFM	TRIGO	2	49,36	9,52	9,57		40,29	63,51	4,98
CFM	MAÍZ	258	27,29	5,78	8,49	25,54	30,55	50,55	4,02
CFB	MAÍZ+SORGO	3	24,96	11,45	8,43		33,47	52,45	4,00
CFM	BROMO	24	31,27	9,09	13,78		39,72	60,66	5,15
CFM	AVENA	99	35,49	8,65	8,88	32,06	39,54	60,37	4,65
CFB	AVENA+COLZA	4	25,42	12,85	11,35	33,55	39,28	49,08	3,90
CFB	AVENA+ZULLA	2	22,19	11,51	14,87		36,63	46,74	3,97
PRADERA	AVENA+ZULLA+RAIGRÁS I.	3	23,62	8,69	11,02		41,54	65,54	5,31
CFB	AVENA+RAIGRÁS I.	106	26,84	10,32	11,78	35,16	40,64	60,83	4,67
PRADERA	AVENA+RAIGRÁS I.+CEBADA	12	28,67	10,54	10,12		40,85	61,91	4,84
CFB	AVENA+CEBADA	37	31,31	8,35	9,51	33,22	38,21	59,32	4,30
PRADERA	AVENA+CEBADA+TRITICALE	10	27,31	8,39	10,44	34,45	39,05	60,77	4,25
CFB	AVENA+TRITICALE	5	27,49	8,86	9,24	40,03	42,42	62,79	4,26
CFM	COLZA	39	22,02	13,25	13,16	35,33	43,89	50,16	4,67
CFM	ZULLA	91	24,61	12,29	14,26	33,00	47,10	50,40	4,47
CFB	ZULLA+CEBADA	2	35,68	10,81	8,89	37,68	50,13	61,93	4,45
CFB	ZULLA+TRITICALE	2	37,97	8,37	9,13		49,19	72,84	5,11
CFM	HABAS	2	23,96	7,96	13,75		37,52	52,67	3,99
CFB	HABINES+CEBADA	2	36,18	6,65	7,90		41,29	58,70	4,24
PRADERA	GRAMÍNEAS	107	27,83	9,95	11,01	33,23	39,53	57,28	4,50
BARBECHO	LOLIUM	2	30,43	8,21	9,45		36,31	59,38	4,15
CFM	RAIGRÁS I.	171	29,50	12,10	15,56	27,52	35,25	53,06	4,88
CFB	RAIGRÁS I.+CEBADA	8	29,56	12,54	11,71	37,83	40,46	58,83	4,85
CFB	RAIGRÁS I.+TRITICALE	6	25,92	8,34	11,16		39,10	60,89	4,47
CFM	CEBADA	52	34,43	9,24	10,81	28,57	34,81	56,12	4,73
CFB	CEBADA+TRITICALE	18	28,81	9,59	10,98	38,04	40,53	59,56	4,63
CFM	PASTO SUDAN	2	32,05	9,83	6,30		56,41	66,06	4,27
CFB	GUISANTE+TRITICALE	6	27,17	10,13	12,73	35,75	40,97	56,06	4,47
PRADERA	MEZCLA[2]	48	26,57	11,01	12,35	30,99	39,90	56,11	4,56
CFM	SORGO	19	22,46	11,91	10,24	30,89	44,82	66,59	5,27
CFM	TRITICALE	49	30,21	9,39	11,13	35,07	40,37	61,55	4,63
CFB	TRITICALE+VEZA	2	46,59	6,37	10,87	36,41	41,87	57,64	5,01
VALORES MÁXIMOS, MÍNIMOS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LAS ESPECIES MÁS DESTACADAS									
	MAÍZ	mín	7,02	1,81	4,94	19,85	22,15	37,43	3,09
		máx	51,11	31,4	23,6	42,78	55,70	68,34	8,02
		DE	4,74	3,38	1,49	2,96	4,85	6,03	0,51
	AVENA	mín	12,84	4,84	2,31	27,88	29,75	46,92	3,65
		máx	65,87	17,38	16,60	41,87	74,23	78,16	8,20
		DE	10,42	2,21	2,53	6,60	7,43	5,85	0,87
	AVENA+RAIGRÁS I.	mín	13,48	6,34	6,50	30,23	29,35	46,12	3,67
		máx	70,00	21,51	22,17	40,75	53,11	76,77	8,29
		DE	8,52	2,62	2,94	3,34	5,18	6,02	0,67
	GRAMINEAS	mín	15,29	5,69	6,29	24,84	28,88	39,77	3,61
		máx	60,00	15,76	20,08	40,58	53,12	73,73	6,95
		DE	8,49	2,37	2,73	4,24	4,89	7,95	0,69
	RAIGRÁS I.	Mín	13,45	5,15	6,09	19,27	22,09	26,75	3,71
		Máx	73,28	30,56	28,06	38,42	54,11	75,76	8,09
		DE	11,11	3,67	5,01	5,07	5,98	9,84	0,72

[1] La nomenclatura seguida está de acuerdo con el Nomenclátor básico de la SEEP (Ferrer et al., 2001). CFM: cultivo forrajero monofito; CFB: cultivo forrajrero bifito; P. ARB.: pasto arbustivo. [2] Mezcla de leguminosas (principalmente alfalfa y zulla) y gramíneas (avena, raigrás, cebada y bromo) en distintas proporciones.

Tabla 3: Resultados analíticos medios (porcentaje sobre materia seca) de los recursos forrajeros de las Illes Balears conservados por desecación (1991-2001).

Grupo[1]	Identificación	N	MS	Cz	PB	FB	FAD	FND
CFM	ALFALFA	469	89,72	11,41	19,69	30,32	33,56	41,71
CFM	ALFALFA DESHIDRATADA	291	89,09	11,79	19,42	29,65	37,83	46,15
CFM	ALFALFA TACOS	5	90,40	11,35	16,98	32,94	40,15	46,28
CFM	HARINA DE ALALFA	3	91,85	12,69	16,81		33,19	46,01
CFB	ALFALFA+MAÍZ	4	89,92	8,47	12,16	24,16	31,02	46,76
CFB	ALFALFA+AVENA	2	83,02	11,81	13,69		39,26	62,04
CFM	MAÍZ	2	88,67	4,36	7,39		28,21	50,71
CFM	MAÍZ DESHIDRATADO	9	86,79	4,78	6,97	27,16	33,19	54,33
CFM	BROMO	13	82,27	8,78	13,52	38,89	38,15	63,64
CFB	BROMO+TREBOL	6	86,37	12,11	9,30		37,63	50,83
CFM	AVENA	105	87,96	7,48	7,05	34,31	41,21	65,21
CFB	AVENA+RAIGRAS I.	27	88,15	7,23	7,99	37,27	41,91	67,25
CFB	AVENA+TRITICALE	2	89,91	7,27	6,36		49,55	63,13
CFB	AVENA+VEZA	6	90,28	7,89	9,85		42,20	59,90
PRADERA	MEZCLA GRAMINEAS	8	85,30	7,33	8,13	32,92	38,57	64,50
CFM	RAIGRÁS I.	66	85,84	9,28	11,54	31,03	39,48	64,16
CFB	RAIGRÁS I.+CEBADA	3	90,58	8,96	9,53		44,77	70,73
CFM	CEBADA	6	90,49	7,44	8,96		37,05	63,78
PRADERA	MEZCLA[2]	13	84,87	6,24	7,41		45,08	71,90
CFM	TRITICALE	5	76,77	5,15	5,68		43,60	61,90
CFM	VEZA	2	87,98	9,34	13,57	29,79	39,26	57,41
VALORES MÁXIMOS, MÍNIMOS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LAS ESPECIES MÁS DESTACADAS								
	ALFALFA	mín	71,62	7,17	11,48	16,07	18,65	25,82
		máx	97,05	19,85	28,42	49,97	56,86	57,61
		DE	3,62	1,75	2,39	6,50	5,56	5,75
	ALFALFA DESHIDRATADA	mín	83,71	9,27	14,13	11,85	30,87	36,59
		máx	93,71	22,2	26,8	36	43,9	53,3
		DE	1,62	2,33	2,21	5,83	2,96	3,07
	AVENA	mín	57,51	4,81	3,01	27,69	29,32	41,56
		máx	94,09	22,51	20,28	46,85	56,96	81,10
		DE	5,17	2,45	3,36	5,02	6,19	6,38
	RAIGRÁS I.	mín	61,39	4,60	4,45	25,69	28,97	47,78
		máx	93,66	15,20	25,22	37,29	51,59	80,29
		DE	6,13	1,99	3,82	4,31	5,34	6,89

[1] La nomenclatura seguida está de acuerdo con el Nomenclátor básico de la SEEP (Ferrer et al., 2001). CFM: cultivo forrajero monofito; CFB: cultivo forrajero bífito. [2] Mezcla de leguminosas (principalmente alfalfa y zulla) y gramíneas (avena, raigrás, cebada y bromo) en distintas proporciones.

CHEMICAL COMPOSITION OF FORAGES RESOURCES FROM ILLES BALEARS (SPAIN)

SUMMARY

A summary of analytical results from forage resources used for ruminant feeding in the Illes Balears (Spain) is presented. Chemical analyses of grassland samples were carried out at the Nutrition laboratory of Institut of Animal Biology of Balears (IBAB) during 1991-2001. All results are included in the National Project of "Characterization, Cartography and Evaluation of Spanish pasture". The forage crops most common are rye grass (*Lolium multiflorum*), oat (*Avena sativa*), sulla (*Hedysarum coronarium*), alfalfa (*Medicago sativa*) and corn (*Zea mays*). Both last crops are used for hay and silage respectively. Important differences of forage crops are registered between islands, being sulla the main crop in Menorca and alfalfa and oat in Mallorca.

Key words: Forage, chemical composition, conservation.

UTILIZACIÓN DE LA PULPA DE GARROFA EN EL ENSILADO DE GRAMÍNEAS

M. Joy,[1] J. Cifre,[2] S. Joy y J. Olascoaga

Institut de Biologia Animal de Balears, S.A. C/ Eperanto nº 8. Son Ferriol. 07198 - Palma de Mallorca.
[1] Unidad de Tecnología en Producción Animal. SIA-DGA. Apdo 727. 50.080 - Zaragoza.
[2] Universitat de les Illes Balears. Departament de Biologia. Unitat de Fisiologia Vegetal. Edificio Guillem Colom. Ctra. Valldemossa km 7.5, Palma de Mallorca.

Resumen

La garrofa es un producto natural excedentario que puede ser utilizado como una alternativa a los aditivos químicos utilizados en los ensilados. Por ello se evaluó el efecto de la adición de pulpa de garrofa como fuente de azúcares solubles en el ensilado de gramíneas en primavera. Se realizaron 7 tratamientos: C: control; L: aditivo acidificante al 0,1 %; PG5: pulpa de garrofa al 5 %; PG10: pulpa de garrofa al 10%; HPG10: harina de pulpa de garrofa al 10 %; HPG20: harina de pulpa de garrofa al 20 %; HPG20+L: combinación del segundo y del último. Los silos realizados fueron pequeños de 20 kg de materia fresca y permanecieron cerrados durante 37 días. No se registraron pérdidas por efluentes en ninguno de los 7 tratamientos. El olor y color de los ensilados en la apertura fueron buenos en todos los casos y los tratamientos con harina de pulpa de garrofa presentaron un menor grado de enmohecimiento. El proceso de ensilado no mostró diferencias entre los distintos aditivos. La utilización de pulpa de garrofa puede dar un valor añadido importante al ensilado si se utiliza como un alimento aceptado dentro de las producciones ecológicas.

Palabras Clave: Conservante, algarrobo, silo, composición química.

Introducción

El algarrobo (*Ceratonia siliqua L.*) es un cultivo importante en toda la ribera mediterránea, y la superficie cultivada en las Illes Balears es de unas 15 000 ha, suponiendo ello un 20 % de la superficie nacional y un 33 % de la producción estatal (Lucas, 2002), lo que es sólamente superado por la Comunidad Valenciana (MAPA, 2002). La algarroba o garrofa está constituida por la semilla (garrofin) y el pericarpio (pulpa). El principal destino de la pulpa de garrofa es la alimentación animal pero su producción excedentaria hace necesaria la búsqueda de otras vías de utilización considerando que está constituida principalmente por azúcares solubles y que sus principales inconvenientes son su contenido en proteína bajo y en taninos elevado. Por otro lado el proceso de ensilado de un forraje requiere una serie de condiciones como son un contenido en humedad y en azúcares solubles adecuados para permitir la fermentación láctica deseada. Cuando el forraje no reúne alguna de las condiciones necesarias para un buen ensilado se recomienda la adición de algún conservante (acidificante, bacteriostático, estimulantes de la fermentación láctica), por lo que la pulpa de garrofa puede ser utilizada como aditivo estimulante de la fermentación. El objetivo del presente trabajo es valorar el efecto de la adición de pulpa de garrofa en el ensilado de gramíneas segadas en primavera y en inicio de espigado como posible sustitutivo de los aditivos químicos, los cuales no son deseados por una gran parte de los consumidores.

Material y métodos

Se utilizó forraje picado procedente de la siega en primavera de una pradera de gramíneas al inicio de espigado. Se realizaron microsilos de 0,5 m^3 (20 kg de materia fresca), imitando, en lo posible, las condiciones reales mediante una doble bolsa de plástico duro para permitir un buen prensado y favorecer las condiciones de anaerobiosis que se necesitan. En los tratamientos con aditivo, la mezcla se realizó previamente al prensado. Una vez cerrados los microsilos se colocaron en una superficie elevada respecto al suelo para poder controlar el líquido resultante del proceso de fermentación del silo (efluente). Se valoraron dos tipos de aditivos: acidificante y azúcares solubles. Estos últimos se adicionaron en forma de pulpa de garrofa y de harina de pulpa de garrofa. Se realizaron 7 tratamientos con tres repeticiones cada uno de ellos:

SILO CONTROL (C): Se realizó sin ningún tipo de aditivo y sólo se procedió al prensado de la gramínea picada y al cierre inmediato del silo.

SILO COMERCIAL (L): Se adicionó un conservante comercial acidificante, muy utilizado en la zona (*Latibón*, Bayer), a una dosis de 0,1 %. Para realizar este ensilado se procedió a la mezcla de la gramínea picada con el latibón, se prensó y se cerró el silo como en el caso anterior.

SILO CON PULPA DE GARROFA AL 5 % (PG5): Se adicionó un 5 % de pulpa de garrofa a la gramínea para ensilar. El procedimiento fue igual que en los casos anteriores.

SILO CON PULPA DE GARROFA AL 10 % (PG10): Idem al anterior pero se adicionó un 10 % de pulpa de garrofa.

SILO CON HARINA DE PULPA DE GARROFA AL 10 % (HPG10): En este caso se adicionó un 10 % de harina de pulpa de garrofa.

SILO CON HARINA DE GARROFA AL 20 % (HPG20): En este caso se adicionó un 20 % de harina de pulpa de garrofa.

SILO CON HARINA DE GARROFA AL 20 % Y UN 0,1 % DE CONSERVANTE (HPG20+L): Se realizó una combinación del anterior y el segundo tipo de silo. En este caso solo se realizó una repetición.

La harina se obtuvo a partir de la deshidratación de la pulpa de garrofa y su posterior molienda. Se estudiaron dos dosis de aplicación, 5 y 10 % para la pulpa de garrofa y en el caso de la harina de pulpa de garrofa se partió de una dosis mayor, 10 y 20 %, debido a que al estar procesada podía presentar un menor contenido en azúcares solubles fácilmente fermentables. Los silos se cerraron el 12 de abril de 1999 y se abrieron el 19 de mayo. El día que se realizaron se controló la temperatura ambiental y el peso de cada silo. La temperatura de los silos fue controlada al inicio del proceso de ensilado y el día de la apertura se pesaron los silos, se determinó el pH de cada ensilado y se recogieron muestras para los posteriores análisis de laboratorio. Los análisis químicos de los principios nutritivos fueron realizados de acuerdo con los métodos oficiales del AOAC (1990). Todos los análisis de todas las muestras se llevaron a cabo por duplicado. El contenido en materia seca (MS) de los silos se determinó por desecación en estufa de ventilación forzada a 103ºC hasta peso constante y los restantes análisis se realizaron sobre muestras desecadas a 60º C durante 48 horas y molidas a través de una malla 1 mm de diámetro. Las cenizas (Cz) se obtuvieron por incineración a 550ºC, la proteína bruta (PB) por método N-kjeldhal, las fibras ácido (FAD) y neutro detergentes (FND) se determinaron según el método de Van Soest *et al.* (1991).

El efecto del tratamiento se estudió según Steel and Torrie (1985) mediante análisis de varianza (GLM de Statgraphics) siguiendo el modelo $Y_{ij}=m + T_i + e_{ij}$, siendo m la media general, T_i el tratamiento (i=1-9), e_{ij} el error residual. Las medias fueron separadas mediante un contraste de medias.

Resultados y discusión

Las pérdidas registradas por líquido efluente de la fermentación durante los 37 días que se mantuvieron los silos cerrados fueron nulas debido a que el contenido en materia seca inicial del forraje fue de 23 %, lo que no propició una formación notable de líquido (Ciria, 1995). Haigh (1999) encontró una relación negativa significativa entre el contenido en materia seca del silo y la producción de líquido efluente. El día de la realización de los ensilados se registró una temperatura ambiente de 18,1ºC. Las temperaturas internas de los microsilos en los días posteriores fueron estables, observándose una ligera disminución de la temperatura el segundo día (Tabla 1). El buen prensado, una humedad inicial adecuada y la rapidez en el cierre del silo favorecieron el desarrollo de la fermentación adecuada y por tanto no se registró un aumento de la temperatura interior (McDonald *et al.*, 1988). En cuanto al aspecto general de los ensilados en el momento de la apertura fue bueno, presentando todos ellos un olor ácido y un color verde-parduzco característico de un proceso fermentativo adecuado. Los correspondientes a los tratamientos con adición de pulpa de garrofa presentaron, además, un olor a dicho aditivo, lo que no sucedió con la adición de harina de garrofa. Por otro lado, excepto en los de adición de harina de pulpa de garrofa (HPG10, HPG20), se observó enmohecimiento superficial y de escasa extensión en la parte más externa y alrededor de donde se introducía el termómetro para medir la temperatura. La deshidratación y la molienda de la pulpa de garrofa pudieron favorecer un efecto antifúngico y antibacteriano y una alteración de su aroma. Albanell (1990) describe los diferentes efectos terapéuticos de la harina tostada de algarroba, entre los que destaca el inhibidor del crecimiento bacteriano.

El tipo de tratamiento tuvo un efecto significativo ($p<0,05$) sobre los valores de pH, los cuales oscilaron entre 4,08 y 4,32, que correspondieron a los silos con harina de pulpa de garrofa, presentando los otros tratamientos valores intermedios (Tabla 1). A pesar de este efecto significativo no hubo una influencia clara del tratamiento sobre el valor de pH y todos ellos son el resultado de una buena fermentación láctica. Las pérdidas en materia seca oscilaron entre el 12 % en los silos C, L y PG5 y 15 % en los tratamientos con una adición de más de un 10 % de garrofa, independientemente de la forma en que se adicionaba. Estas pérdidas están ligadas a los procesos fermentativos y oxidativos propios del ensilado, siendo según Dulphy (citado por Ciria, 1995), menores cuando se adiciona conservante ácido al silo. En la presente experiencia se observó que la adición del acidificante y de la pulpa de garrofa a 5 % no provocó ninguna modificación con respecto al control. Ello puede ser debido a un mayor grado de fermentación como consecuencia de la adición de una determinada cantidad de azúcares solubles lo que provoca una mayor pérdida. En el presente estudio no se pudieron realizar los análisis de azúcares ni de ácidos volátiles, por lo que no se pueden cuantificar los productos finales de la fermentación.

Tabla 1: Temperatura (ºC) de los silos registrada el segundo (T1) y tercer (T2) día de su realización, pH final, y porcentaje de pérdida de peso en materia seca (MS) en relación al peso inicial de los silos.

Tratamiento*	T^{o}_{1}	T^{o}_{2}	pH	% pérdidas MS
C	18,4	16,5	$4,13^{ab}$	12,58
L	18,3	16,8	$4,22^{b}$	12,25
PG5	18,5	16,9	$4,17^{abc}$	12,13
PG10	18,3	16,5	$4,23^{bc}$	14,22
HPG10	19,4	17,5	$4,08^{a}$	14,94
HPG20	19,8	17,7	$4,24^{bc}$	14,49
HPG20+L	19,2	17,1	$4,32^{c}$	15,56

* C=Control; L: adición de conservante comercial; PG5=adición del 5 % de pulpa de garrofa; PG10=adición del 10 % de pulpa de garrofa; HPG10=adición del 10 % de harina de pulpa de garrofa; HPG20=adición del 20 % de harina de pulpa de garrofa; HPG20+L=adición del 20 % de harina de pulpa de garrofa y conservante comercial. $a \neq b \neq c<0,05$.

El tipo de tratamiento tuvo un efecto significativo ($P<0,05$) sobre todos los componentes químicos analizados (Tabla 2). El contenido en MS incrementó con respecto al control a medida que se

aumentaba la proporción de algarroba adicionada al silo, aunque no se observó ningún efecto claro del tipo de algarroba. Los contenidos en Cz, PB y FND se comportaron de forma similar, siendo los tratamientos L, C y PG5 los que presentaron unos valores mayores, mientras que los tratamientos con la mayor dosis de garrofa aplicada fueron los que tuvieron un menor contenido. El contenido FAD disminuyó significativamente respecto al control con la adición de harina de garrofa en el silo pero no con la adición de pulpa de garrofa. En todos los casos los cambios observados pueden relacionarse directamente a la adición de garrofa ya que dicho producto presenta un contenido en MS muy superior al de la mezcla de gramíneas verde, mientras que los contenidos en Cz, PB y paredes celulares (FAD, FND) son muy inferiores. A mayor proporción de garrofa hubo un menor contenido en componentes de pared celular.

Tabla 2: Composición química (% sobre materia seca) de cenizas (Cz), proteína bruta (PB), fibra ácida detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND) de los silos de gramínea realizados.

Tratamiento*	MS	Cz	PB	FAD	FND
Pr verde	*22,56*	*8,81*	*11,87*	*32,74*	*52,88*
PG	*86,96*	*4,09*	*4,47*	*27,81*	*17,21*
HPG	*94,99*	*3,87*	*4,45*	*27,14*	*22,97*
Silo C	19,87[a]	11,40[e]	14,75[e]	37,66[cd]	53,84[d]
Silo L	20,04[a]	12,26[f]	15,20[e]	36,96[c]	52,88[cd]
Silo PG5	22,88[b]	9,90[d]	12,84[d]	38,05[d]	49,95[bc]
Silo PG10	25,34[c]	8,79[c]	10,90[bc]	38,44[d]	48,99[b]
Silo HPG10	26,28[c]	8,25[bc]	11,10[c]	35,81[b]	49,25[b]
Silo HPG20	32,22[d]	7,27[a]	9,68[a]	34,07[a]	41,54[a]
Silo HPG20+L	32,19[d]	7,44[ab]	9,50ab	34,96[ab]	41,39[a]

* Pr verde: pradera verde; PG: pulpa de algarroba; HPG: harina de pulpa de algarroba; C: control; L: adición de conservante comercial; PG5: 5 % de pulpa de garrofa; PG10: 10 % de pulpa de garrofa; HPG10: 10 % de harina de pulpa de garrofa; HPG20: 20 % de harina de pulpa de garrofa; HPG20+L: 20 % de harina de pulpa de garrofa y conservante comercial. $a \neq b \neq c \neq d \neq e < 0,05$.

Si se calculan los costes económicos de la realización del ensilado (Tabla 3) se observa que la adición de garrofa conlleva un aumento del coste, tanto en MS como en PB. El incremento es mayor a medida que aumenta la proporción de garrofa adicionada y cuanto más procesada sea dicha fuente de azúcares. Así la adición de pulpa de garrofa, con un precio de 0,11€/kg supone un incremento de entre 0,005 y de 0,01€ por kg de MS y de 0,16 y 0,38€ por kg de PB para las dosis de 5 y 10 %, respectivamente. Cuando se adiciona harina de pulpa de garrofa el precio incrementa notablemente como consecuencia del elevado valor en el mercado que tiene dicho tipo de producto (0,54€/kg). Así el precio por kg de MS incrementa entre 0,06 y 0,1€ para las dosis de 10 y 20 % respectivamente y el del kg de proteína se duplica y triplica en función de la dosis menor

Tabla 3: Precio en euros del kg de materia seca (MS) de silo y de proteína bruta (PB) de los silos estudiados.

Tratamiento	Precio kg MS	Precio kg PB
Silo C	0,12	0,82[a]
Silo L	0,13	0,83[a]
Silo PG5	0,13	0,98[b]
Silo PG10	0,13	1,20[c]
Silo HPG10	0,18	1,65[d]
Silo HPG20	0,22	2,31[e]
Silo HPG20+L	0,23	2,40[f]

C: control; L: conservante comercial; PG5: 5 % de pulpa de algarroba; PG10: 10 % de pulpa de algarroba; HPG10: 10 % de harina de pulpa de algarroba; HPG20: 20 % de harina de pulpa de algarroba; HPG20+L: 20 % de harina de pulpa de algarroba y conservante comercial.

y mayor estudiada, siendo de 1,65 y 2,31€, respectivamente. El incremento en el coste debido a la adición de pulpa puede ser compensado si se utiliza en dietas para animales destinados a la producción de calidad (ecológica o distintivo de calidad).

Conclusiones

El proceso de ensilado de una mezcla de gramíneas con un contenido en materia seca de 20-25% no mostró diferencias entre el aditivo químico y los naturales. Sería interesante realizar el presente estudio partiendo de un forraje más dificultoso de ensilar. La pulpa de garrofa puede ser interesante como aditivo energético cuando se quiere incluir en dietas de animales para la producción de productos de valor añadido como son los ecológicos o los englobados dentro de un distintivo de calidad, compensando así el mayor coste por kg de materia seca. En cuanto a la harina de pulpa de garrofa el elevado precio de su mercado hace que su adición se traduzca a un incremento demasiado elevado del coste del ensilado. Por último se debería estudiar el efecto de dicho aditivo en el ensilado de forrajes difíciles y a mayor escala para su posterior inclusión en las dietas del ganado bovino y ovino y su efecto en los parámetros productivos.

Agradecimientos

Los autores del presente trabajo quieren agradecer a Mateu Monserrat, a Alimcarat y a la Conselleria d'Agricultura i Pesca del Govern Balear por la ayuda brindada.

Referencias bibliográficas

ALBANELL, E. 1990. *Caracterización morfológica, composición química y valor nutritivo de distintas variedades de garrofa (Ceratonia siliqua L.) cultivadas en España.* Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Veterinaria. 219 pp.

AOAC. 1990. Official methods of analysis. Association of official analytical chemists. 15 th edn. Arlintong, USA.

CIRIA J. 1995. Forrajes conservados: ensilados. En: Zootecnia: Bases de la producción animal. Tomo III. Alimentos y Racionamientos. Ed: C. Buxadé. Mundiprensa. 116-129 pp. Madrid (España).

HAIGH P.M.1999. Effluent production from grass silages treated with additives and made in large-scale silos. *Grass and forages Sicence,* **54(3):**208-218.

LUCAS A.M., 2002. *Les activitats agraries pesqueres i forestals a les Illes Balears.* Conselleria d'Agricultura i Pesca, 281 pp. Palma de Mallorca (España).

M.A.P.A., 2002. *Anuario de estadística agraria, 2001.* MAPA (pagina web). Madrid.

MCDONALD P., EDWARDS R., GREENHALGH, J.F.D. 1988. *Nutrición Animal.* 4ª. Edición. Ed. Acribia, 571 pp. Zaragoza (España).

STEEL R.G.D., TORRIE J.H. 1985. *Bioestadísitca: principios y procedimientos.* (1ª ed,) Libros McGraw-Hill, 622 pp. Méjico D.F. (Méjico).

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON J.B., LEWIS B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.,* **74:** 3583-3597.

USE OF CAROB PULP TO MAKE GRASS SILAGE

SUMMARY

The carob pulp is a natural product in an excess of production that can be used as a substitute of chemical additives for silage processes. It was evaluated the effect of the carob pulp as a source of soluble sugars to spring grass silage. Seven treatments were carried out: C: control silage; L: silage with acid additive (formic acid+calcium) at 0.1 %; PG5: carob pulp at 5 %; PG10: carob pulp at 10 %; HPG10: of carob pulp meal at 10 %; HPG20: carob pulp meal at 20 %; HPG20+L: was a combination of the second and last treatments. The grass silages were made at small-scale (20 kg of fresh matter) and were kept closed for 37 days. During the fermentation process there were not effluent production in any treatment. The odor and color at the opening of silages were always good and the treatment with carob pulp meal showed a lower degree of mouldiness. There was not differences between additives. The use of carob pulp can give an important additional value of grass silage if it is used as a feed in the biological animal production.

Key words: Additive, carob, silage, chemical composition.

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DEL GUISANTE FORRAJERO (*Pisum sativum* L.) Y TRITICALE (x *Triticosecale* Wittm.) COMO CULTIVOS INVERNALES EN SEIS FECHAS DE CORTE EN PRIMAVERA

G. Flores, A. González Arraez, J. Piñeiro, P. Castro, L. Díaz Villamil y J. Valladares

Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM) Apdo 10, 15080 A Coruña.

Resumen

Se estudia en este trabajo la evolución de la composición química y digestibilidad *in vitro* de 10 variedades de guisante (*Pisum sativum* L.) y 11 variedades de triticale (x *Triticosecale* Wittm.) sembradas a finales de otoño y cosechadas en seis fechas diferentes en primavera, a fin de evaluar su utilidad para formar parte de alternativas forrajeras en rotación con el maíz. Ambas especies mantienen un valor nutritivo adecuado para la alimentación de rumiantes en el período de aprovechamiento estudiado, indicándose la complementariedad de los cultivos de guisante y triticale como forrajes de invierno en términos de valor nutricional, producción y aptitud para ensilar.

Palabras clave: valor nutritivo, cereal, leguminosa, cultivo forrajero invernal.

Introducción

La intensificación de la producción forrajera de las explotaciones de leche gallegas puede considerarse una de las consecuencias de la creciente concentración de la producción de leche en un número cada vez más reducido de explotaciones familiares, las cuales encuentran múltiples dificultades para ampliar adecuadamente su base territorial. La alternativa forrajera más extendida es la compuesta por raigrás italiano anual-maíz forrajero, aprovechada como ensilado (López Garrido, 2002). Ha sido documentada la considerable pérdida de valor nutritivo del raigrás italiano en el sistema de un solo corte realizado a finales de abril-comienzos de mayo comparado con el sistema de varios cortes (Cancio, 2000), el cual presenta numerosas dificultades de ejecución en la práctica en las condiciones de Galicia (frecuencia de lluvias, suelos húmedos a la salida del invierno) y elevados costes derivados de la necesidad de ensilar en más de una ocasión.

Existe una demanda creciente por parte de los ganaderos de información acerca de cultivos forrajeros invernales alternativos al raigrás italiano para entrar en rotación con el maíz que cumplan las condiciones siguientes: a) ser aprovechados para ensilar en una sola fecha que permita preparar la siembra del maíz, b) obtener rendimientos de materia seca comparables a los de otros cultivos de invierno, c) valor nutritivo adecuado para la alimentación de vacas de leche, y d) que ensilen con facilidad. En este sentido podría ser de interés el estudio de la asociación triticale-guisante forrajero en base a la capacidad del triticale como tutor así como a su rusticidad y capacidad productiva (Emile *et al.*, 2000; Braunwart *et al.*, 2001), unidas a las favorable características productivas y nutricionales del guisante (Sheldrick *et al.*, 1987).

No existe información, hasta el momento, del comportamiento de estas dos especies en las condiciones de cultivo de Galicia, por lo que se planteó un ensayo cuyo objetivo era obtener informa-

ción preliminar acerca de la evolución de la composición química y digestibilidad de diversas variedades comerciales de guisante forrajero y triticale sembradas por separado a finales de otoño y cosechadas en diferentes fechas en primavera.

Material y métodos

Disposición del ensayo

El ensayo se realizó en Mabegondo (Abegondo-A Coruña), lugar de la zona costera de Galicia, con suelo de esquistos de textura franco-limosa y clima templado-húmedo, a unos 100 m de altitud. La parcela, procedente de pradera monofita de dactilo de cuatro años de duración, tenía valores de pH (en agua) de 5,7 y contenidos en P y K de 30 y 66 ppm, respectivamente. El terreno se preparó mediante gradeo en otoño, aportándose 40 kg de P_2O_5 y K_2O por ha en forma de complejo 0-14-14 como abonado de fondo. El 28 de diciembre de 2001 fueron sembradas, por separado, 10 variedades comerciales de guisante forrajero (*Pisum sativum* L.) y 11 variedades de Triticale (x *Triticosecale* Wittm.) en líneas de 4 m de longitud separadas 0,8 y 0,4 m, respectivamente, con una dosis de 300 semillas/m^2 para ambas especies. En la Tabla 1 se indican las variedades estudiadas. El número de repeticiones fue de dos, en bloques al azar.

Tabla 1: Variedades del guisante y triticale utilizadas en el ensayo.

Guisante			Triticale		
Variedad	Inicio de floración	ISF[1] (días)	Variedad	Inicio de Espigado	ISE[2] (días)
Cosmos	01-abr	94	Senatrit	05-abr	98
Azur	06-abr	99	Tentudia	08-abr	101
Elegant	08-abr	101	Galgo	10-abr	103
Canis	12-abr	105	Tritano	10-abr	103
Odalett	16-abr	109	Trujillo	13-abr	106
Celine	17-abr	110	S. Almaraz	14-abr	107
GB2	22-abr	115	S. Cierra	14-abr	107
Grande	22-abr	115	Titania	19-abr	112
Forrimax	14-may	137	Camarma	24-abr	117
Gracia	14-may	137	Trijan	24-abr	117
			Noé	26-abr	119

[1] Intervalo siembra-comienzo de floración. [2] Intervalo siembra-inicio de espigado.

Para el guisante se dispuso un sistema de entutorado mediante postes y malla de plástico a fin de mantener erguidas las plantas. No se realizó ninguna aportación de abono en cobertera durante el cultivo. La cosecha se efectuó en seis fechas diferentes, desde el 16 de abril hasta el 21 de mayo, separadas por un intervalo de una semana. En cada momento de corte se segaron manualmente en cada línea, a 5-7 cm del suelo, las plantas existentes en un transecto de longitud 1,0 m para las tres primeras fechas y 0,5 m para las restantes.

Procesado y análisis de las muestras

En cada fecha de corte, el forraje procedente del muestreo de cada variedad y repetición se pesó y posteriormente fue picado en una trituradora de forrajes, tomándose un alícuota que fue congelada hasta ser analizada por duplicado. Se determinó la materia seca (MS) de las muestras mediante secado en estufa de aire forzado (80 ºC durante 16 h), siendo posteriormente molidas a un mm en molino de martillos y determinado su contenido en materia orgánica (MO), proteína bruta (PB, expresada como N total x 6,25), fibra neutro detergente (FND) y lignocelulosa (FAD) según el procedimiento descrito por Flores *et al.*, (2002). El contenido en carbohidratos no estructurales (CNET) y carbohidratos solubles en agua (CSA) se realizó según Castro (2001), calculán-

dose el contenido en almidón (ALM) por diferencia entre ambos valores y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DoTT) por el método de Tilley-Terry modificado por Alexander y McGowan (1969), utilizando inóculo procedente de dos vacas secas canuladas en rumen.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza por separado para cada especie utilizando el procedimiento GLM del paquete estadistico SAS. En ambos casos se siguió un diseño en parcelas divididas, con variedad (VAR) como parcela principal y fecha de corte (DC) como subparcela, con dos repeticiones (B), utilizándose el siguiente modelo: $y=\mu+\alpha_i VAR+\beta_j B+(\alpha\beta)_{ij} VARxB+\gamma_k DC+(\alpha\gamma)_{ik} VARxDC_{+}\ \varepsilon_{ijk}$

Resultados y discusión

Cultivo de guisante

Considerando las seis fechas de aprovechamiento, las variedades de guisante mostraron un bajo contenido en materia seca (media 16,3 %, rango 14,9 a 17,5) y FND (media 35,3 % MS, rango 32,5 a 39,2) y alto en proteína (media 18,7 % MS, rango 17,2 a 20,3) y carbohidratos no estructurales (media 18,7 % MS, rango 20,5 a 25,9), así como una digestibilidad elevada (media 73,3%, rango 70,9 a 75,5). La significación del efecto variedad para todos los parámetros estudiados, con excepción de PB y CSA pone de manifiesto la variabilidad existente entre los cultivares de guisante estudiados, indicando la importancia que la elección de la variedad tiene sobre la calidad del forraje. Por otra parte es interesante considerar la ensilabilidad del cultivo, dado el tipo de aprovechamiento del mismo. Braithwaite (1987) señala que forrajes con valores de la relación CSA/N superiores a 8 ensilarían correctamente, mientras que aquellos con valores por debajo de 4 tendrían una baja aptitud para fermentar correctamente en el silo. Con base en este ratio (valor medio 6,12, rango 5,5 a 7,51) y en el contenido en MS, la ensilabilidad del conjunto de variedades de guisante puede calificarse como media-baja.

Como se observa en la Tabla 2, para el conjunto de variedades estudiadas, la fecha de corte afecta significativamente ($p<0,0001$) a la composición química, digestibilidad *in vitro* y producción de materia seca de la planta de guisante. El retraso en el aprovechamiento desde mediados de abril a la tercera semana de mayo incrementa el contenido en materia seca (13,0 a 19,4 %), FND (32,7 a 38,5 % MS), CNET (15,9 a 28,48 % MS) y CSA (15,16 a 21,23 % MS), mientras que el valor de PB (21,6 a 15,4 % MS) disminuye notablemente. El valor de la relación CSA/N aumentó de 4,38 a 8,58 entre la primera y la última fecha. A pesar de la significación del efecto fecha de corte, el rango de variación de la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (72,2 a 74,7 %) y del contenido en FAD (28.2 a 30,4 % MS) fue pequeño. Aunque el diseño del ensayo no es adecuado para

Tabla 2: Efecto de la fecha de corte sobre la composición química, digestibilidad *in vitro* y producción del guisante (medidas de 10 variedades).

Fecha de corte	MS(%)	Composición química (% MS)					DOTT (%)	Producción tMS/ha
		FAD	FND	PB	CNET	CSA		
16-abr	13,07^{f}	28,28^{d}	32,72^{d}	21,60^{a}	15,91^{d}	15,16^{e}	73,15^{c}	1,0^{e}
23-abr	14,42^{e}	29,04^{c}	32,86^{d}	19,38^{b}	20,45^{c}	17,21^{d}	72,25^{d}	1,9^{d}
30-abr	15,65^{d}	29,73^{b}	35,09^{c}	21,27^{a}	20,93^{c}	18,47^{c}	74,76^{a}	2,5^{c}
7-may	17,21^{c}	30,40^{a}	36,73^{b}	19,38^{b}	25,70^{b}	18,82^{c}	74,15^{ab}	3,2^{b}
14-may	18,15^{b}	29,48^{bc}	36,19^{b}	15,70^{c}	26,68^{b}	19,69^{b}	72,20^{d}	3,7^{ab}
21-may	19,44^{a}	29,16^{bc}	38,59^{a}	15,45^{c}	28,48^{a}	21,23^{a}	73,81^{bc}	4,0^{a}
Media	16,32	29,34	35,36	18,79	23,02	18,42	73,38	2,7
p[1]	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

[1] significación del test F para efecto de la fecha de corte en el ANOVA. Valores de la misma columna afectados por distinto superíndice son significativamente diferentes.

comparar variedades en términos de producción, por estar sembradas las líneas a gran distancia, se hace evidente el acelerado incremento de biomasa del cultivo de guisante entre las fechas estudiadas, de forma que la producción de materia seca (media de las 10 variedades) se multiplica por cuatro entre el 16 de abril y el 21 de mayo.

Cultivo de triticale

Se detectaron diferencias significativas ($p<0.05$) entre variedades para todas las variables de composición química y digestibilidad estudiadas cuando se considera el conjunto de fechas de aprovechamiento. Se destaca que, para la media de la colección de cultivares de triticale, los valores de MS (media 25,1 %, rango 20,2 a 29,8), FND (media 57,7 % MS, rango 55,8 a 58,7) y CSA (media 23,6 % MS, rango 17,9 a 27,6) fueron superiores a los registrados para la media de las variedades de guisante, mientras que la digestibilidad *in vitro* (media 71,9 %, rango 68,0 a 74,3) y particularmente el contenido en PB (media 7,9 % MS, rango 6,8 a 9,6) fueron a su vez inferiores. La aptitud para ensilar de las variedades de triticale fue elevada (ratio CHS/N medio 18,4, rango 12,3 a 24,8) y claramente superior a la mostrada por el guisante. La variabilidad existente entre diferentes cultivares de triticale es puesta de manifiesto por numerosos autores, entre ellos Braunwart *et al.*, (2001), los cuales la atribuyen en gran parte al carácter híbrido (trigo x centeno) de este cereal y a los posteriores procesos de selección dirigidos a mejorar las características productivas del cultivo para grano o para forraje.

La fecha de aprovechamiento afectó significativamente ($p<0,0001$) al contenido en materia seca, composición química y digestibilidad *in vitro* del triticale, así como a la producción de materia seca, tal y como se expone en la Tabla 3.

Tabla 3: Efecto de la fecha de corte sobre la composición química, digestibilidad *in vitro* y producción del triticale (medidas de 11 variedades).

Fecha de corte	MS(%)	Composición química (% MS)					DOTT (%)	Producción tMS/ha
		FAD	FND	PB	CNET	CSA		
16-abr	17,59^{f}	30,50^{e}	52,87^{d}	12,66^{a}	22,19^{e}	22,14^{b}	77,26^{a}	5,2^{d}
23-abr	20,64^{e}	32,88^{d}	55,54^{c}	8,85^{b}	22,95^{e}	22,47^{b}	73,96^{b}	6,8^{d}
30-abr	24,86^{d}	35,66^{c}	58,64^{b}	7,07^{c}	24,50^{b}	21,82^{b}	72,86^{c}	8,3^{c}
7-may	26,78^{c}	35,86^{c}	59,82^{a}	6,83^{c}	25,42^{b}	23,17^{b}	71,62^{d}	9,9^{b}
14-may	29,31^{b}	37,87^{a}	59,99^{a}	6,36^{d}	25,82^{b}	25,78^{a}	65,47^{e}	11,1^{a}
21-may	32,01^{a}	36,46^{b}	59,46^{a}	6,21^{d}	27,26^{a}	26,48^{a}	65,51^{e}	10,6^{ab}
Media	25,19	34,87	57,51	7,99	24,69	23,64	71,11	8,7
p[1]	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

[1] significación del test F para efecto de la fecha de corte en el ANOVA. Valores de la misma columna afectados por distinto superíndice son significativamente diferentes.

El retraso de la fecha de corte desde mediados de abril al 21 de mayo incrementó el contenido en MS (17,5 a 32,0 %), FAD (30,5 a 36,4 % MS), FND (52,8 a 59,4 % MS), CNET (22,1 a 27,6 % MS) y CSA (22,1 a 26,4 % MS), mientras que se vieron substancialmente reducidos los valores de digestibilidad *in vitro* (77,2 a 65,5 %) y el contenido en PB (12,6 a 6,2 % MS). Cabe pensar que la ausencia de aportación de fertilizante nitrogenado en este ensayo pudo haber influido en los bajos valores de PB del triticale, principalmente en las épocas de corte más tardías, así como en el elevado ratio CSA/N, que osciló entre 11,3 y 27,4 para las fechas de corte primera y última, respectivamente. Con las precauciones mencionadas anteriormente para el guisante, se resalta el incremento en producción de materia seca registrada para la media de las variedades de triticale en el período estudiado, de forma que la producción (t/ha) de MS prácticamente se duplica entre la primera y última fecha de corte.

Agrupación de variedades por precocidad

En la Tabla 4 se reflejan los valores de composición química, digestibilidad y producción de materia seca de las variedades de guisante y triticale agrupadas por precocidad, para la media de las seis fechas de corte. Al agupar las variedades de guisante en función del intervalo siembra-floración (ISF) el estado de madurez más avanzado de las variedades precoces (ISF≤110 días, n=6) se manifiesta fundamentalmente, para la media de todas las fechas de corte, a través de un contenido ligeramente superior de MS (+1,7 puntos) respecto de las tardías (ISF>110 días, n=4), sin que se vea significativamente afectado ningún otro valor de composición química, digestibilidad *in vitro* ni la producción de materia seca entre los dos grupos de precocidad.

Las variedades precoces de triticale, cuyo intervalo siembra-comienzo de espigado (ISE) fue ≤110 días (n=7) mostraron valores de MS, MO, FND, CNET y CSA superiores a las tardías (ISE>110 días, n=4), mientras que el contenido en PB fue inferior (p<0,05). Tanto la producción de MS como los valores de DoTT y FAD no fueron afectados significativamente por la precocidad. Por otra parte, las variedades precoces de triticale mostraron una superior aptitud para ensilar (ratio CSA/N 23,8 y 15,1 para variedades precoces y tardías, respectivamente, p<0.05) sin merma apreciable de su calidad nutricional y productiva, con la salvedad del contenido en PB que resultó inferior en 1,8 puntos de media (p<0,05) para las variedades precoces.

Tabla 4: Composición química y digestividad *in vitro* de las variedades de guisante y triticale por precocidad para las seis fechas de corte.

Epoca de corte 16-abr. a 21-may	Precocidad[1]	MS(%)	Composición quimica (% MS)					DOTT (%)	Producción tMS/ha
			FAD	FND	PB	CNET	CSA		
Guisante	Var. Precoces	17,01	29,29	35,59	18,47	23,87	18,72	73,58	2,8
	Var. Tardías	15,29	29,41	35,00	19,27	21,75	17,99	73,08	2,7
	Test F[2]	*0,054*	*0,690*	*0,194*	*0,334*	*0,098*	*0,124*	*0,299*	*0,422*
Triticale	Var. precoces	26,96	34,87	57,36	7,33	26,74	25,68	70,22	9,4
	Var. Tardías	22,10	4,86	58,34	9,15	21,10	20,05	72,66	7,5
	Test F[2]	*0,0011*	*0,842*	*0,033*	*0,039*	*0,004*	*0,011*	*0,164*	*0,134*

[1] Indicada por el intervalo siembra-inicio de floración (ISF) para guisante y siembra-inicio de espigado (ISE) para triticale. (Var. precoces: ISF ó ISE≤110 días; Var. tardías: ISF ó ISE>110 días). [2] significación del test F para efecto de la precocidad en el ANOVA usando Precocidad x Bloque como error.

En diferentes trabajos se ha puesto de manifiesto la utilidad del triticale para producir forraje ensilado de aceptable calidad para alimentación de rumiantes cuando se cosecha entre el comienzo de espigado y el estado de grano pastoso (Emile et al., 2002; Collar y Aksland, 2001) y los beneficios de la asociación triticale-guisante en términos de mejora del valor nutritivo de la mezcla respecto del obtenido con el cereal como único cultivo, en particular por lo que al contenido en PB se refiere (Cherney, 1998), extremos que parecen ser confirmados por los resultados obtenidos en nuestro trabajo.

Conclusiones

Los resultados ponen de manifiesto la complementariedad de los cultivos de guisante y triticale como forrajes de invierno en términos de valor nutricional, producción y aptitud para ensilar. De ello se deduce que la asociación triticale-guisante permitiría obtener un forraje ensilado de alta calidad para alimentación del ganado lechero, con un intervalo de fechas de aprovechamiento compatible con la siembra del maíz forrajero. Parece haber evidencias de que las variedades precoces serían preferibles a las tardías, en las condiciones de ensayo, extremos que deberán ser comprobados en posteriores trabajos.

Referencias bibliográficas

ALEXANDER, R.H.; McGOWAN, M., 1969. The routine determination of *in vitro* digestibility of organic matter in forages. *Journal of the British Grassland Society*, **21**, 140-147.

BRAITHWAITE, G.D., 1987. Carbohydrate to N ratio and silage quality. *8th Silage Conference*, 89. AFRC Institute for Grassland and Animal Production, Hurley (Reino Unido), 4-7 septiembre 1987.

BRAUNWART, K.; PUTNAM, D.; FOHNER, G., 2001. Alternative Annual Forages-Now and in the Future. *Proceedings of the 31th California Alfalfa and Forage Symposium*, 204-217. Modesto, California (USA), 12-13 diciembre 2001.

CANCIO, C., 2000. *Ensayo sobre la variación de la producción y la calidad del raigrás italiano alternativo en función de la dosis de semilla y nitrógeno y de la fecha de aprovechamiento en la provincia de Lugo.* Trabajo final de carrera. Escola Politécnica Superior de Lugo. USC. Septiembre de 2000.

CASTRO, P., 2000. Determinación de carbohidratos no estructurales en forrajes. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 447-453. Bragança-A Coruña-Lugo, 7-13 mayo 2000.

CHERNEY, J.R., 1998. Forages for dairy cattle: Economical alternatives to alfalfa, grass and corn. *Proceedings of the Tri-State Dairy Nutrition Conference*, 35-50. Columbus, Ohio (USA) 21-22 abril 1998.

COLLAR, C.; AKSLAND, G., 2001. Harvest Stage Effects on Yield and Quality of Winter Forage. *Proceedings of the 31th California Alfalfa and Forage Symposium*, 133-142. Modesto, California (USA). 12-13 diciembre 2001.

EMILE, J.C.; JOBIM, C.C.; SURAULT, F.; BARRIÈRE, Y., 2002. Evaluation of the digestibility of some whole-crop cereals, used as silages. Grassland Science in Europe **(7)**, 72-73.

FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A.; CASTRO, J.; CASTRO, P.; CARDELLE, M., 2002. Predicción de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica de ensilajes de maíz a partir de su composición química y digestibilidad *in vitro*. *XLII R eunión Científica de la SEEP*. Lleida, (España), 479-484.

LÓPEZ GARRIDO, C., 2002. *Evaluación del efecto de la concentración parcelaria en las explotaciones de leche de la provincia de A Coruña.* Informe Final del Proyecto INIA SC-98069, 82 pp. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo. Octubre 2002.

SHELDRICK, R.D.; THOMSON, D.J.; NEWMAN, G., 1987. Forage Peas. En: *Legumes for Milk and Meat*, capítulo 8. Chalcombe Publications. Marlow, Bucks (Reino Unido), 77-80.

EFFECT OF SPRING HARVEST DATE ON CHEMICAL COMPOSITION AND *IN VITRO* DIGESTIBILITY OF FORAGE PEA (*Pisum Sativum* L.) AND TRITICALE (x *Triticosecale* Wittm.) GROWN AS WINTER FORAGE CROPS

SUMMARY

With the objective of assessing the suitability of forage pea (*Pisum Sativum* L.) and triticale (x *Triticosecale* Wittm.), grown as winter crops for silage, to form part of a rotation with maize, the effect of spring harvest date of 10 cultivars of forage pea and 11 cultivars of triticale on chemical composition and *in vitro* digestibility was studied. Forage quality of both species remained high with the advance towards maturity from april 16th to may 21st cuts, although digestibility and protein content of pea cultivars were higher, and less affected by harvest date compared to triticale cultivars, whilst dry matter content, water-soluble carbohydrates content and yield were higher for triticale. There is evidence of a complementarity of both species studied in terms of nutritive value, yield and ensilability.

Key words: nutritive value, cereal, legume, winter forage crops.

COMPARACIÓN DE TRES SISTEMAS DE SEPARACIÓN DE LA FIBRA CON DETERGENTES EN FORRAJES Y HECES

P. Castro, G. Flores y C. Santoalla

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, C.I.A.M.
Apartado 10, 15080 La Coruña.

Resumen

En el presente trabajo se estudió la repetibilidad de las determinaciones de fibra con detergentes en medio neutro (NDF) y en medio ácido (ADF), mediante tres sistemas, Ankom que utiliza bolsas filtrantes para todas las operaciones del análisis, FibreCap que utiliza cápsulas filtrantes de poliestireno con la misma finalidad, y Fibertec, que trata cada submuestra de forma independiente, en una batería de crisoles filtrantes + condensadores a reflujo, combinados con un sistema de filtración al vacío. En cada sistema, se analizaron NDF y ADF de modo secuencial en la misma submuestra y de modo no secuencial en porciones distintas de la muestra. Del análisis estadístico de los resultados, se concluye que tanto el equipo empleado como el método de determinación y sobre todo el tipo de muestra afectan a la repetibilidad del análisis de fibra tanto neutro como ácido detergente. Merecen mención especial por su dificultad aquellas muestras con un alto contenido en almidón en la determinación de NDF y aquellas con dificultades de filtración en ambas determinaciones, sobre todo cuando se utiliza Ankom.

Palabras Clave: fibra neutro detergente, fibra ácido detergente, almidón.

Introducción

En alimentación animal la fibra de un forraje representa la fracción no utilizable, total o parcialmente, como fuente de energía. La presencia de fibra en la dieta de los rumiantes es necesaria debido a su papel regulador del funcionamiento del rumen. Aunque algunos laboratorios y en algunos alimentos determinan el contenido en fibra bruta, el sistema más empleado es el de separación con detergentes desarrollado por Van Soest a principios de los 60 del siglo pasado (recopilado por Goering y Van Soest, 1970) y sus modificaciones (Van Soest *et al.*, 1991, Clancy y Wilson, 1966). La fibra neutro detergente (NDF) representa el contenido de la pared celular formado principalmente, por hemicelulosa, celulosa y lignina, no es digestible por enzimas proteolíticas y diastásicas, solo puede ser utilizada por fermentación microbiana en el tracto digestivo de los animales. Existe una correlación significativa entre el contenido en NDF y la ingestión del forraje por los rumiantes (Van Soest y Wine, 1967). La fibra ácido detergente (ADF) representa fundamentalmente la fracción lignocelulósica del forraje. Diversos autores encontraron correlaciones aceptables entre ADF y digestibilidad (Van Soest, 1963; Minson, 1982; Castro, 1994).

Tanto el proceso de obtención de NDF como el de ADF incluyen un período de ebullición suave durante una hora. La imprecisión de este concepto junto con las operaciones de filtración y lavado de la fibra con o sin trasvase de la muestra hacen poco reproducibles las condiciones del proceso y, en consecuencia, los resultados poco repetibles. Existen en el mercado equipos que permiten llevar a cabo todas las operaciones de extracción, lavado y filtración en el mismo recipien-

te (Fibertec, Foss Tecator AB, Suecia), realizando seis determinaciones simultáneas (tres muestras en duplicado). Un procedimiento alternativo (ANKOM, Komarek *et al*, 1993) permite simultanear 24 determinaciones utilizando bolsas de fibra sintética y, últimamente, Kitcherside *et al.* (2000) proponen un nuevo procedimiento (FibreCap, Foss Tecator AB, Suecia) para acelerar el proceso y reducir la variabilidad y el error sistemático asociado con la extracción y filtración. Además, los forrajes con un contenido alto en almidón o en sílice (maíz forrajero, ensilados de maíz y heces) pueden presentar problemas de filtración que también conducen a resultados no repetibles en las determinaciones de NDF y ADF, respectivamente. La determinación consecutiva de NDF y ADF sobre la misma porción de la muestra (Van Soest *et al*, 1991) es una alternativa que puede simplificar el proceso ahorrando material caro, pero también puede conducir a resultados no comparables a los obtenidos cuando es solicitada solamente una de las determinaciones.

La finalidad del presente trabajo es comparar los resultados obtenidos para NDF y ADF en muestras cuya determinación es problemática, utilizando Ankom (AK), FibreCap (FC) y Fibertec (Ft), de forma consecutiva sobre la misma submuestra (Secuencial) y en submuestras independientes (No Secuencial).

Material y Métodos

Se utilizaron 12 muestras, dos de mazorca y dos de parte verde de maíz forrajero, dos de ensilados de maíz, seis de heces de animales alimentados con ensilados, tres de maíz y tres de hierba. Se analizaron siguiendo la metodología descrita por Van Soest *et al.* (1991), Komarek *et al.* (1993) y Kitcherside *et al.* (2000) y según un diseño factorial realizando dos repeticiones en duplicado por cada uno de los tres equipos y por los dos métodos.

Para el análisis secuencial (Sec), se pesó la muestra en duplicado, en crisoles filtrantes, bolsas de fibra sintética o cápsulas de poliestireno, previamente secos y pesados, se añadió disolución detergente (lauril sulfato sódico) en medio neutro (Panreac nº 175054 o Merck nº 4201028) y a–amilasa termoestable (Sigma A3306) siguiendo las instrucciones de cada equipo. Se llevó a ebullición suave durante una hora, se lavó con agua caliente y acetona, se secó en estufa y se pesó el residuo, P_1. A continuación se hirvió suavemente durante una hora con bromuro de cetil trimetil amonio (Merk nº 102343, Rona Care, Cetrimonio bromuro) en medio sulfúrico 1N, se filtró y lavó con agua hirviente y acetona, se secó en estufa y se pesó el residuo, P_2, se calcinó la fibra y se pesaron las cenizas, P_3. NDF se calculó como la materia orgánica del residuo (P_1- P_3) en 100 g de MS. ADF se calculó como el residuo P_2 referido a 100 g de MS. Cuando se utilizó Fibertec, se añadió decalina (Panreac nº 161805) para favorecer el lavado de las paredes del condensador evitando que la fibra se quede pegada a las mismas. Para el análisis no secuencial, una vez pesado el residuo P_1, se calcinó y pesó (P_3). ADF se determinó en porciones distintas, siguiendo el procedimiento descrito hasta "... se pesó el residuo, P_2". Se realizó un análisis de varianza de los resultados obtenidos para NDF y ADF, y el test de Duncan y mínimos cuadrados (LSmean) para separación de medias (SAS, 2000).

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos para cada muestra en cada equipo se resumen en la tabla 1, junto con la media y su desviación típica global.

Mediante el análisis de varianza para la determinación de NDF (tabla 2), además de las diferencias entre muestras que eran de esperar, solamente se encontraron diferencias significativas entre repeticiones (Rep) y sus interacciones, debido probablemente a la escasa diferencia entre duplicados (Det).

En la tabla 3 se resume el análisis de varianza para los resultados obtenidos en la determinación de ADF. El nivel de significación de las diferencias en este caso fue más alto aunque parece ser debido a valores bajos del error más que a la magnitud de la diferencia.

Tabla 1: Resumen de los resultados de fibra obtenidos en cada equipo.

	Fibra neutro detergente NDF							
	Fibertec		FibreCap		ANKOM		Total	
Muestra	Media	s	Media	s	Media	s	Media	s
Mazorca 1	26,46	3,84	24,83	4,25	27,69	4,67	26,27	4,22
Mazorca 2	21,77	4,21	34,31	7,73	32,39	10,44	29,49	9,41
Parte verde maíz 1	56,44	2,37	59,68	4,26	56,04	1,48	57,39	3,27
Parte verde maíz 2	68,46	3,04	66,35	2,18	66,00	1,23	66,94	2,44
Silo maíz 1	43,30	2,66	41,86	1,06	44,59	1,85	43,31	2,22
Silo maíz 2	61,17	1,68	59,30	2,15	54,55	12,96	58,34	7,84
Heces silo maíz 1	66,92	2,20	64,55	4,80	69,84	2,99	67,10	4,01
Heces silo maíz 2	65,75	2,00	62,46	4,55	67,02	3,16	65,08	3,79
Heces silo maíz 3	65,39	3,42	64,66	3,48	67,63	3,96	65,89	3,70
Heces silo hierba 1	44,24	1,65	42,35	3,81	50,37	6,52	45,65	5,51
Heces silo hierba 2	42,16	1,85	38,69	2,91	39,73	3,11	40,26	2,94
Heces silo hierba 3	44,71	1,28	42,57	3,46	48,35	5,03	45,21	4,22

	Fibra ácido detergente ADF							
	Fibertec		FibreCap		ANKOM		Total	
Muestra	Media	s	Media	s	Media	s	Media	s
Mazorca 1	11,54	2,36	9,02	0,69	9,64	0,95	10,09	1,85
Mazorca 2	4,06	1,23	4,15	0,15	4,86	2,34	4,35	1,51
Parte verde maíz 1	29,97	0,89	28,73	1,68	30,98	1,21	29,89	1,56
Parte verde maíz 2	38,56	2,34	38,23	1,22	39,13	1,13	38,64	1,63
Silo maíz 1	26,30	1,94	23,18	0,42	24,23	1,03	24,57	1,81
Silo maíz 2	36,90	2,90	34,52	1,96	36,40	1,79	35,94	2,41
Heces silo maíz 1	41,93	3,19	37,60	4,61	48,05	4,15	42,53	5,83
Heces silo maíz 2	41,43	3,10	38,83	4,01	46,90	6,08	42,39	5,56
Heces silo maíz 3	41,14	5,23	40,67	2,47	46,19	4,70	42,67	4,84
Heces silo hierba 1	33,50	2,74	29,49	4,65	43,85	8,84	35,61	8,42
Heces silo hierba 2	35,01	2,99	31,05	3,68	39,33	9,58	35,31	6,89
Heces silo hierba 3	34,91	2,30	32,23	3,73	41,16	5,86	36,15	5,66

s= desviación típica.

El test de Duncan de separación de medias muestra una diferencia de un 4 % para el valor medio de las dos repeticiones de NDF mientras que, para ADF, esta diferencia (1,5 %) no fue significativa. En cuanto al sistema de determinación, ANKOM obtiene un valor medio más alto para NDF y ADF (4 % y 10 %, respectivamente) que el obtenido por Fibertec que, a su vez, obtiene el mismo valor medio de NDF y un valor más alto (6 %) de ADF que FibreCap. Finalmente, no se encontraron diferencias entre los valores medios de NDF obtenidos por el método secuencial y no secuencial mientras que el valor medio de ADF obtenido por el primero fue un 10 % más bajo.

La separación de medias por mínimos cuadrados (LS mean) permite ver el efecto de cada factor y sus combinaciones sobre los valores medios por tipo de muestra. La figura 1 refleja como cada muestra se comporta de modo distinto según se trate de determinar ADF o NDF en los distintos equipos y según el método empleado, así los valores medios de NDF y ADF presentan una desviación típica s= 1,6 y 1,16, respectivamente, para la parte verde de maíz forrajero, mientras que para la mazorca fueron 3,29 y 0,59.

Tabla 2: Análisis de varianza para la determinación de fibra neutro detergente NDF.

Fuente de variación	g1	SS	Error	g1 error	SS Error	F	Pr > F
Rep	1	404,35	Det(Rep)	2	2,69	300,56	0,0033
Ap	2	114,41	Rep*Ap	2	182,68	0,63	0,6149
Met	1	52,47	Rep*Met	1	565,88	0,09	0,8118
Mues	4	50181,25	Rep*Mues	4	189,12	265,30	<0.0001
Ap*Met	2	60,32	Rep*Ap*Met	2	485,27	0,12	0,8894
Ap*Mues	8	799,10	Rep*Ap*Mues	8	361,14	2,21	0,1411
Met*Mues	4	190,79	Rep*Met*Mues	4	288,66	0,66	0,6510
Ap*Met*Mues	8	135,90	Rep*Ap*Met*Mues	8	242,12	0,56	0,7842
Rep*Ap	2	182,68	Det(Rep*Ap)	4	15,28	23,91	0,0060
Rep*Met	1	565,88	Det(Rep*Met)	2	20,66	54,79	0,0178
Rep*Mues	4	189,12	Det(Rep*Mues)	8	21,14	17,90	0,0005

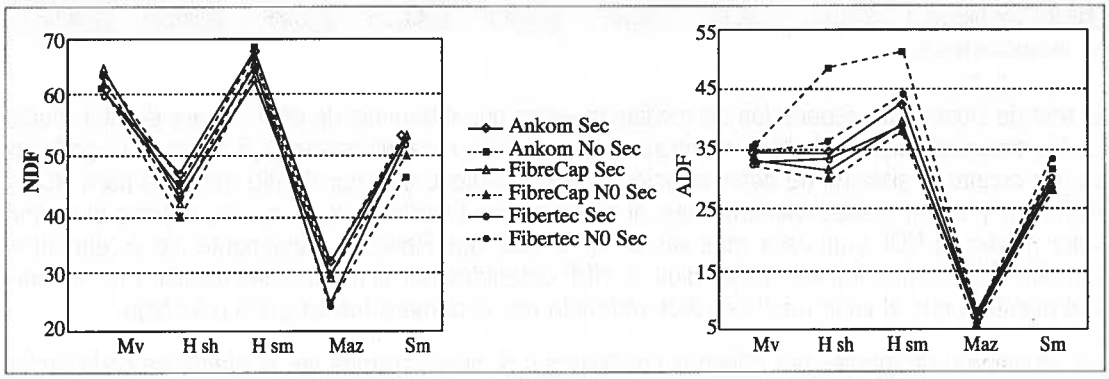
g1= grados libertad; SS= suma cuadrados, Rep= tanda, Ap= equipo, Met= método, Mues= muestra, Det= determinación.

Tabla 3: Análisis de varianza para la determinación de fibra ácido detergente ADF.

Fuente de variación	g 1	SS	Error	g1 error	SS Error	F	Pr > F
Rep	1	51,60	Det(Rep)	2	0,70	148,17	0,0067
Ap	2	893,36	Rep*Ap	2	105,51	8,47	0,1056
Met	1	465,12	Rep*Met	1	1,86	249,72	0,0402
Mues	4	35730,69	Rep*Mues	4	23,29	1534,48	<0,0001
Ap*Met	2	327,30	Rep*Ap*Met	2	84,06	3,89	0,2044
Ap*Mues	8	875,34	Rep*Ap*Mues	8	57,36	15,26	0,0004
Met*Mues	4	266,31	Rep*Met*Mues	4	21,29	12,51	0,0156
Ap*Met*Mues	8	510,72	Rep*Ap*Met*Mues	8	34,96	14,61	0,0005
Rep*Ap	2	105,51	Det(Rep*Ap)	4	29,42	7,17	0,0475
Rep*Met	1	1,86	Det(Rep*Met)	2	17,87	0,21	0,6928
Rep*Mues	4	23,29	Det(Rep*Mues)	8	9,28	5,02	0,0254

g1= grados libertad; SS= suma cuadrados, Rep= tanda, Ap= equipo, Met= método, Mues= muestra, Det= determinación.

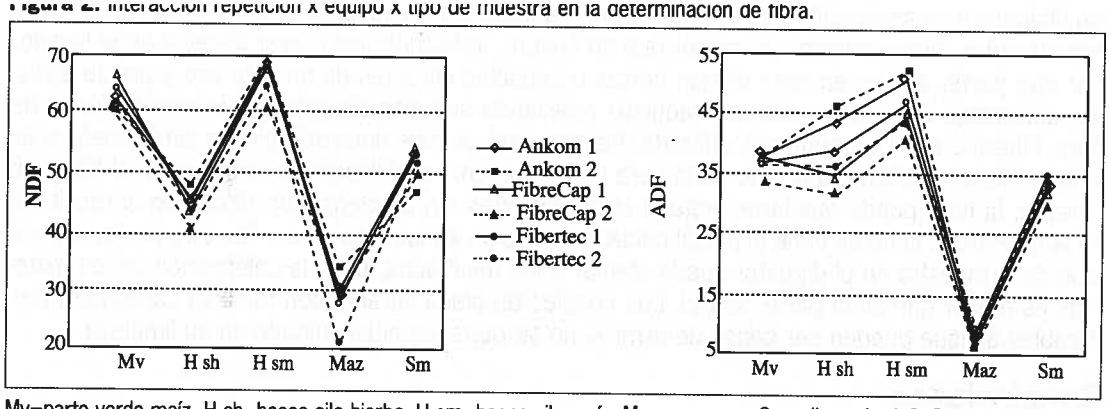
Figura 1: Interacción método x equipo y tipo demuestra en las determinaciones de fibra.



Mv=parte verde maíz, H sh=heces silo hierba, H sm=heces silo maíz, Maz=mazorca, Sm=silo maíz, Sec=secuencial.

La repetibilidad (figura 2) de los resultados también parece afectada por el tipo de muestra y la determinación, siendo la determinación de ADF en mazorca la que presenta menos dispersión de los resultados mientras que es la menos repetible en la determinación de NDF.

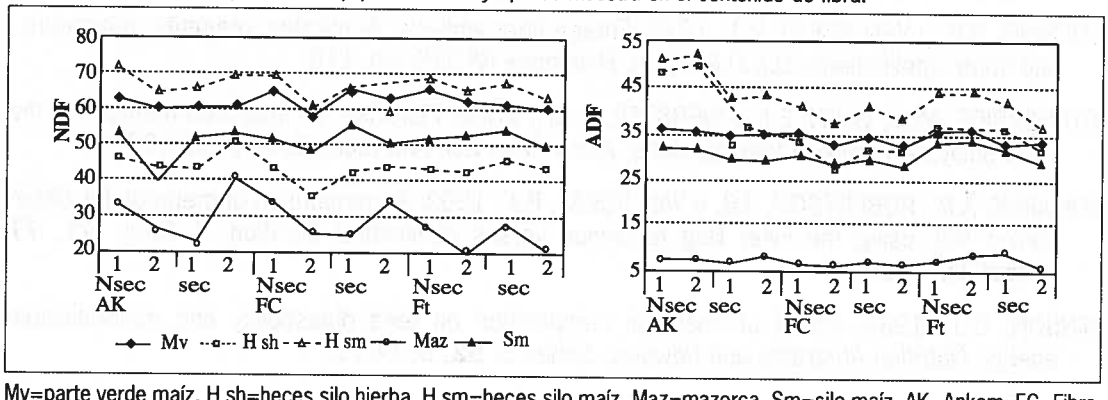
Figura 2: Interacción repetición x equipo x tipo de muestra en la determinación de fibra.



Mv=parte verde maíz, H sh=heces silo hierba, H sm=heces silo maíz, Maz=mazorca, Sm=silo maíz, 1,2=Repeticiones 1 y 2.

La figura 3 resume los valores medios de NDF y ADF por tipo de muestra y por repetición, método y equipo. En cuanto a la determinación de fibra neutro detergente cabe destacar la escasa repetibilidad del análisis de mazorca cualquiera que sea el equipo o el método empleado, debido seguramente a su alto contenido en almidón. Por el contrario el análisis de la parte verde de maíz y de las heces de ensilado de maíz fueron las más repetibles en su conjunto, aunque FibreCap parece mostrar una mayor diferencia entre repeticiones en el caso de las heces. Solamente Fibertec obtuvo resultados repetibles para las muestras restantes. En la determinación de ADF, si se exceptúa el análisis de las heces, los resultados fueron más repetibles (s= 0,96, 1,34 y 1,87 para mazorca, parte verde y ensilado de maíz, respectivamente). En cuanto al análisis de las heces es necesario destacar los valores excepcionalmente altos obtenidos de modo no secuencial frente a los de modo secuencial en ANKOM y frente a los obtenidos en los demás equipos. La causa probable para estos resultados es la dificultad de filtración que presenta este tipo de muestra y la de circulación de los reactivos a través de las bolsas filtrantes (Kitcherside *et al.*, 2000) que hace menos eficaz el lavado. Cabe añadir que parece existir una tendencia a valores medios de ADF más altos en el método no secuencial para todas las muestras, excepto la mazorca, aunque la diferencia entre los dos métodos es muy baja.

Figura 3: Interacción repetición x equipo x método y tipo de muestra en el contenido de fibra.



Mv=parte verde maíz, H sh=heces silo hierba, H sm=heces silo maíz, Maz=mazorca, Sm=silo maíz, AK=Ankom, FC=FibreCap, Ft=Fibertec, Nsec=no secuencial, Sec=secuencial, 1,2=repeticiones 1 y 2.

Resumiendo el comportamiento de los equipos, en las condiciones del experimento, Ankom presenta la ventaja de realizar 24 determinaciones simultáneamente, simplificando las operaciones de filtración y lavado de las muestras, pero puede conducir a resultados poco repetibles de NDF, sobre todo en muestras con alto contenido en almidón (mazorca y ensilados de maíz) y de ADF en muestras con dificultades de filtración (heces). FibreCap solo permite realizar 6 determinaciones

simultáneas y es semejante al anterior en cuanto a filtración y lavado, pero la magnitud de las diferencias entre valores medios es menor que en Ankom, indicando una mayor eficacia en el lavado. Por otra parte, ambos equipos utilizan bolsas o cápsulas filtrantes de un solo uso y precio elevado, desventaja que solo puede ser reducida realizando secuencialmente las determinaciones de fibra. Fibertec es el sistema más utilizado. Permite realizar seis determinaciones simultaneas y es el más eficaz en cuanto a lavado de la fibra por su sistema de filtración al vacío, pero al filtrar en caliente, la fibra puede quedarse pegada en las paredes del condensador afectando al resultado en la muestra y, si no se tiene especial cuidado al limpiar, en las siguientes. Por otra parte, la posición de la muestra en el digestor puede afectar a los resultados, pues la calefacción en los extremos es menor que en la parte central. Los crisoles de placa filtrante son también caros pero reutilizables aunque pueden ser causa de error si no se pone especial cuidado en su limpieza.

Conclusiones

Dependiendo del equipo empleado, del método de determinación y, sobre todo, del tipo de muestra la repetibilidad del análisis de fibra tanto neutro como ácido detergente, puede ser muy baja. Merecen mención especial por su dificultad aquellas muestras con un alto contenido en almidón en la determinación de NDF y aquellas con dificultades de filtración en ambas determinaciones, sobre todo cuando se utiliza Ankom.

Las diferencias encontradas, excepto en los casos mencionados, no parecen tener especial relevancia cuando se trata de establecer el nivel de fibra de la dieta, pero cuando se trata de utilizar el contenido en fibra para estimar la digestibilidad del forraje, debe establecerse con claridad el equipo, el método y la forma de expresión de la fibra, pues las ecuaciones de regresión solamente serán aplicables a valores de fibra obtenidos en las mismas condiciones.

Referencias bibliográficas

CASTRO, P., 1994. Espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo próximo (NIRS) y evaluación nutritiva de pastos, Tesis Doctoral, Universidad de Santiago, pp. 121.

CLANCY, M.J. y WILSON, R.K., 1966. Development and application of a new chemical method for predicting the digestibility and intake of herbge samples. En: *Proceedings 10th International Grasslands Congress*, Helsinki, pp. 445-452.

GOERING, H.K. y VAN SOEST, P.J., 1970. Forage fiber analysis. Apparatus, reagents, procedures and some applications, *U.S.D.A. Agric. Handbook* Nº 379, pp. 110.

KITCHERSIDE, M.A., GLEN, E.F. y WEBSTER, A.J.F., 2000. FibreCap: an improved method for the rapid analysis of fibre in feeding stuffs, *Anim. Feed Sci. And technol.*, **86,** 125-132.

KOMAREK, A.R., ROBERTSON, J.B. y VAN SOEST, P.J., 1993. A comparison of methods for determining ADF using the Filter Bag technique versus conventinal filtration, *J. Dairy Sci.*, **77 (Suppl.1)**, 24-26.

MINSON, D.J., 1982. Effect of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. *Nutrition Abstracts and Reviews, Series B*, **52**, 591-615.

VAN SOEST, P.J., 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds, *J. of the AOAC*, **46**, 825-835.

SAS, 2000. The SAS System for Windows ver. 8.1, SAS Institute, Cary, NC, USA.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B. y LEWIS, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysacharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*,**74**, 3583-3597.

VAN SOEST, P.J. y WINE, R.H., 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. Determination of plant cell-wall constituents, *J. of the AOAC*, **50**, 50-55.

COMPARISON OF THREE SYSTEMS TO DETERMINE DETERGENT FIBRES IN FORAGE AND FAECES SAMPLES

SUMMARY

The aim of the present work was to compare the values of detergent fibres (NDF and ADF) obtained by three systems, a filter bag technique (ANKOM), a cylindrical capsule method (FibreCap) and the more conventional Fibertec. NDF and ADF analysis were carried out, both on a secuential and a non secuential way, in each system. It was concluded that either system, method or, mainly, sample affects fibre results. NDF repeatibility was lower for samples with a high starch content than that of ADF. Results of both fibre determinations showed a low repeatibility for samples like faeces because of filtering problems mainly when using the filter bag technique.

Key words: acid detergent fibre, neutral detergent fibre, starch.

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO, DIGESTIBILIDAD Y OTROS CARACTERES DE MAÍZ FORRAJERO EN DIFERENTES FECHAS DE RECOLECCIÓN

L. Campo y J. Moreno González

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, C.I.A.M. Apartado 10, 15080 A Coruña.

Resumen

Muchos trabajos han estudiado la calidad nutritiva del maíz forrajero, sin embargo es necesaria una mayor información sobre la época óptima de recolección y su influencia en la calidad y el rendimiento del cultivo de maíz forrajero. El objetivo de este estudio fue establecer el momento óptimo de recolección de la planta de maíz en función del rendimiento de la materia seca (RMZ) y otros factores de valor nutritivo. Se estudiaron el RMZ, la digestibilidad de la materia orgánica (DMO), la proteína bruta (PB), la fibra ácido detergente (ADF) y el almidón (ALM) en nueve híbridos de maíz, cosechados en cinco estados diferentes durante cinco semanas consecutivas, empezando en la sexta semana después de la floración femenina. Se analizaron los caracteres de calidad de la planta entera, la parte verde y la mazorca utilizando el NIRS. La novena semana después de la floración femenina parece la más conveniente para establecer el momento óptimo de recolección debido a que proporcionó el mayor RMS (12 767 kgha^{-1}), el mayor contenido de almidón (32,6 %), igual contenido de PB y sólo un ligero descenso de DMO (75,1 en la primera semana, comparado a 76,1 en la octava semana). La parte verde parece ser la más apropiada para analizar la DMO ya que el coeficiente de determinación para predicción del NIRS era más alto para la parte verde (R^2p=0,91) que para la mazorca (R^2p=0,84).

Palabras claves: Digestibilidad de la materia orgánica, Rendimiento en materia seca, Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo cercano, *Zea mays* L.

Introducción

En Galicia el cultivo de maíz forrajero se ha convertido en una de las principales fuentes de forraje debido en parte a su alto poder nutritivo y a su corto periodo vegetativo, lo que permite la rotación con otro cultivo de invierno.

La mejora genética del maíz se ha enfocado principalmente a aumentar su poder productivo y a la mejora de su calidad nutritiva. A pesar de esto existe un desconocimiento de la variabilidad de la digestibilidad de la materia orgánica entre los híbridos comerciales de maíz (Moreno-González *et al.*, 2002), así como el momento idóneo de su recolección con el fin de maximizar ambos parámetros, producción y calidad.

La digestibilidad de la parte verde de la planta varía en función del momento de la recolección, por tanto conocer el momento de recolección mas correlacionado con la digestibilidad final de la planta entera ayudaría a minimizar el efecto de los factores aleatorios ambientales sobre la selección de los genotipos de maíz de alta digestibilidad.

Si el momento de muestreo es muy tardío toda la fracción verde se habrá secado y no encontraremos diferencias entre los genotipos. Si es demasiado pronto tenemos que esclarecer si esas diferencias en la digestibilidad se mantienen también en el estado final, cuando la planta entera es cosechada. La mayor variabilidad genotípica se produce en la digestibilidad de la parte verde de la planta (sobre todo el tallo) y esta digestibilidad se encuentra estrechamente correlacionada con la concentración de fibra ácido detergente.

En base a estas permisas los objetivos establecidos en este trabajo fueron: estudiar las diferencias en el rendimiento de materia seca, digestibilidad y calidad nutritiva de la mazorca, la parte verde de la planta y la planta entera; determinar cual es el momento óptimo de recolección para maíz forrajero y establecer que caracteres son los más estables para realizar los muestreos y establecer el mejor momento de recolección.

Material y métodos

El ensayo se realizó en el año 2002 en Mabegondo, A Coruña. El material vegetal utilizado fueron nueve híbridos, tres pertenecientes al ciclo FAO 200, tres del ciclo 300 y otros tres del ciclo 400. El ensayo experimental elegido fue un diseño de parcelas subdivididas (Split-plot) con tres repeticiones. La parcela principal fueron las "épocas" que corresponden al momento de la recolección, y las subparcelas los híbridos. Las épocas de recolección fueron cinco que se contabilizaron como las semanas transcurridas consecutivamente tomando como primera de ellas la sexta semana tras la floración femenina.

En la recolección se tomaron los datos de rendimiento en materia seca de la planta entera (RMSpe), rendimiento en materia seca de la parte verde (RMSpv) y rendimiento en materia seca de la mazorca (RMSmaz). Las muestras de materia seca de cada fracción se molieron por separado con ayuda de un molino Christy y Norris 8`` con tamiz de 1mm y se analizaron utilizando la técnica de Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS). Las ecuaciones utilizadas para el análisis fueron desarrolladas en el CIAM (Moreno-González *et al.*, 2002; Brichette *et al.*, 2001; Campo, 1999). Con estas ecuaciones de predicción se evaluó DMO, PB, ADF y ALM. Las muestras fueron escaneadas en un espectrofotómetro modelo NIRSystem 6500 (Foss NIRSystem, Suecia). Se tomaron dos submuestras de cada muestra que se leyeron una vez en la zona espectral comprendida entre 1100-2500 nm. El programa informático utilizado para la obtención y registro de espectros, calibración, validación y análisis de los resultados fue el WinISI 1.5 (Infrasoft International, USA, 2000). Los datos de referencia fueron obtenidos por los métodos convencionales (Castro, 1994). El procedimiento estadístico utilizado para la obtención de las ecuaciones fue el método de MPLS (mínimos cuadrados parciales modificados), en el caso de la parte verde y la mazorca y PLS (mínimos cuadrados parciales) para la planta entera. La transformación matemática empleada para desarrollar las ecuaciones de predicción fue en todos los casos la segunda derivada y el número de muestras de calibración y validación cruzada variaron en función del carácter evaluado.

En el análisis estadístico se realizó un ANOVA para los nueve híbridos y las cinco épocas de recolección utilizando el programa PROC ANOVA del programa SAS (SAS Institute inc., 1999).

Resultados y discusión

El máximo rendimiento en materia seca se produce en la novena semana tras la floración femenina con una producción media de todos los híbridos de 12 767 $kgha^{-1}$ para la planta entera y 7670 $kgha^{-1}$ para la mazorca (Tabla 1). En ambos casos las diferencias entre las épocas son todas significativas. En la parte verde la máxima producción la encontramos en la sexta semana de recolección con un valor de 5240 $kgha^{-1}$, seguida de la novena semana con 5156 $kgha^{-1}$, sin que existan diferencias significativas entre ambas épocas de recolección (Tabla 1). En el análisis de varianza encontramos diferencias significativas entre los híbridos (Tabla 2). No descubrimos diferencias significativas entre las épocas para el RMSpv y tampoco para la interacción híbrido x época para ninguno de los tres rendimientos estudiados (Tabla 2).

Tabla 1: Medias del rendimiento de la materia seca (kgha^{-1}) en cinco épocas de recolección.

Epoca[4]	RMSpe[1]	RMSmaz[2]	RMSpv[3]
sexta	9799	4658	5240
séptima	9862	5213	4724
octava	11584	6469	5092
novena	12767	7670	5156
décima	11341	6724	4170
sig.est.	*	***	ns
cv (%)	12,8	20,2	16,2
LSD (5%)	783	688	433

[1] RMSpe: rendimiento en materia seca de la planta entera. [2] RMSmaz: rendimiento en materia seca de la mazorca. [3] RMSpv: rendimiento en materia seca de la parte verde. *, **, ***, significativamente diferente de cero al 0.05, 0.01 y 0.001 %; ns, no significativo. [4] época: semanas transcurridas desde floración femenina.

Tabla 2: Cuadrados medios del análisis de varianza del rendimiento de materia seca (kgha^{-1}) en cinco épocas de recolección.

Fuente variación	GL[4]	RMSpe[1]	RMSmaz[2]	RMSpv[3]
Repetición	2	1991881ns	963792ns	4719ns
Epoca	4	46930730*	40227157***	4462410ns
Error A (rep*epoca)	8	10324707***	1861931ns	1818022**
Híbrido	8	41690044***	12396296***	20177952***
hib*epoca	31[4]	1821588ns	2148736ns	551346ns
Error B	78	2041971	1573751	622191
cv (%)		12,8	20,2	16,2
LSD (hib)		1053	924	581
LSD (epoca)		784	688	433

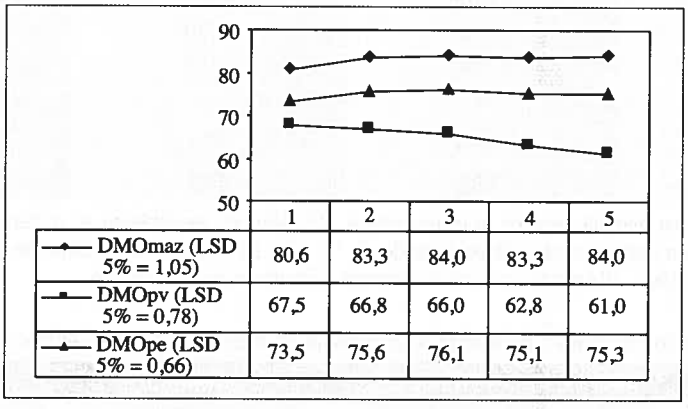
[1] RMSpe: rendimiento en materia seca de la planta entera. [2] RMSmaz: rendimiento en materia seca de la mazorca. [3] RMSpv: rendimiento en materia seca de la parte verde. *, **, ***, significativamente diferente de cero al 0.05, 0.01 y 0.001 %; ns, no significativo [4] GL: grados de libertad, existe un dato perdido para la época 6ª de 1 híbrido.

En el análisis de la digestibilidad las ecuaciones de calibración solamente fueron desarrolladas para las fracciones de mazorca y parte verde y la digestibilidad de la planta entera se calculó en función de digestibilidad de las dos fracciones y la proporción que ocupan dentro de la totalidad de la planta. El coeficiente de determinación de predicción (R^2p) para la parte verde fue de 0,91, mientras que para la mazorca fue de 0,84. El error estándar de calibración (SEC) y el error estándar de predicción (SEP) presentaron unos valores de 1,82 y 1,75 para la parte verde y de 1,75 y 1,40 para la mazorca. La digestibilidad de la mazorca aumenta con la época de recolección mientras que en la parte verde el proceso es el contrario (Figura 1). Para la mazorca la mayor digestibilidad se produce en la última fecha de recolección aunque sólo encontramos diferencias significativas entre la primera semana de recolección y el resto. En la parte verde la mayor digestibilidad se produce en la sexta semana de floración sin que las diferencias entre esta semana y la séptima sean significativas pero sí que existen diferencias significativas entre el resto. La mayor DMOpe la encontramos en la octava semana de recolección, 76,1, siendo significativas las diferencias entre esta semana y la novena.

En el estudio de la proteína bruta el R^2c para la planta entera, mazorca y parte verde fue de 0,89, 0,88 y 0,72 respectivamente. Encontramos diferencias significativas entre las épocas en las fracciones de la mazorca y la parte verde, pero no en la planta entera (Figura 2). El contenido protéico disminuye con el aumento de la fecha de recolección en todos los casos. En la mazorca el mayor contenido protéico se produce en la sexta semana tras la floración femenina (8,3) seguida

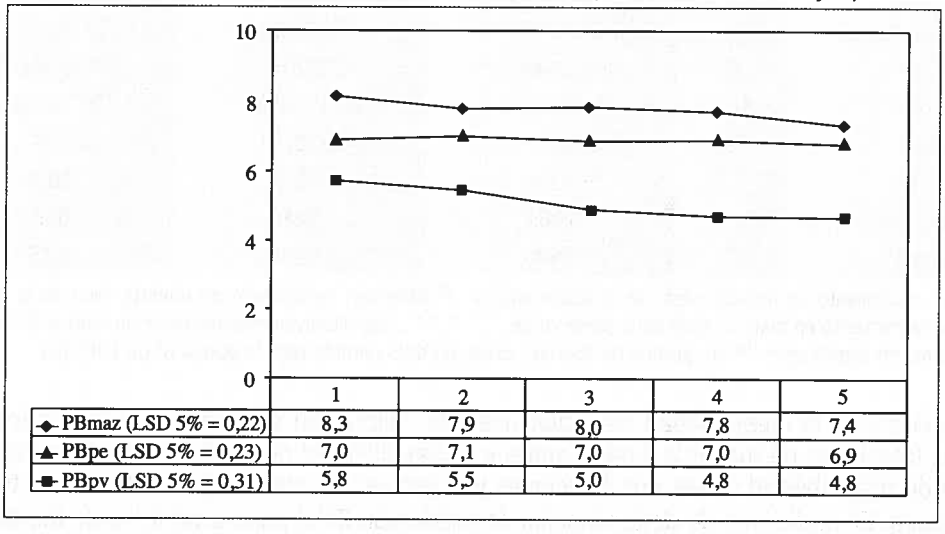
de la octava semana (6), no encontrando diferencias significativas entre las semanas septima, octava y novena. En la parte verde tampoco encontramos diferencias significativas entre la octava, novena y décima semana de recolección.

Figura 1: Evolución de la digestibilidad de la materia orgánica in vitro para la mazorca (DMOmaz), la parte verde (DMOpv) y la planta entera (DMOpe).



	1	2	3	4	5
DMOmaz (LSD 5% = 1,05)	80,6	83,3	84,0	83,3	84,0
DMOpv (LSD 5% = 0,78)	67,5	66,8	66,0	62,8	61,0
DMOpe (LSD 5% = 0,66)	73,5	75,6	76,1	75,1	75,3

Figura 2: Evolución del contenido de proteína bruta en la planta entera (PBpe), la mazorca (PBmaz) y la parte verde (PBpv).

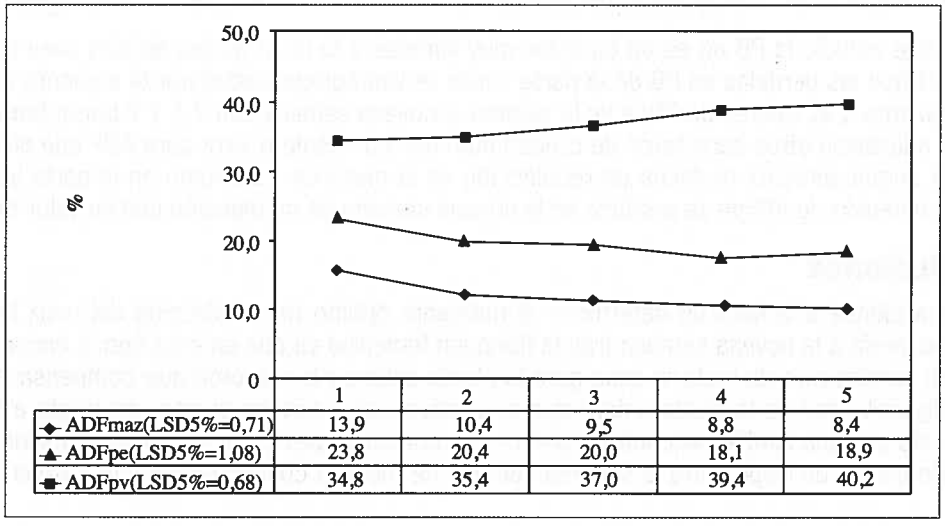


	1	2	3	4	5
PBmaz (LSD 5% = 0,22)	8,3	7,9	8,0	7,8	7,4
PBpe (LSD 5% = 0,23)	7,0	7,1	7,0	7,0	6,9
PBpv (LSD 5% = 0,31)	5,8	5,5	5,0	4,8	4,8

En el cálculo de las ecuaciones para ADF los R^2c fueron de 0,90, 0,88 y 0,81 para la planta entera, mazorca y parte verde. Los R^2p fueron similares para parte verde y mazorca. El contenido de fibra ácido detergente disminuye con el aumento del periodo vegetativo para la mazorca y planta entera y aumenta para la parte verde ya que los carbohidratos de la parte verde se desplazan a la mazorca con la maduración de la planta (Figura 3). El menor contenido de fibra en la mazorca se produce en la última semana de recolección 8,4, aunque no encontramos diferencias significativas entre las semanas novena y octava, al igual que ocurre con la planta entera (18,9 frente a 18,1). En la parte verde de la planta no hallamos diferencias significativas entre la sexta y séptima semana tras la floración femenina, pero si entre el resto de semanas de recolección.

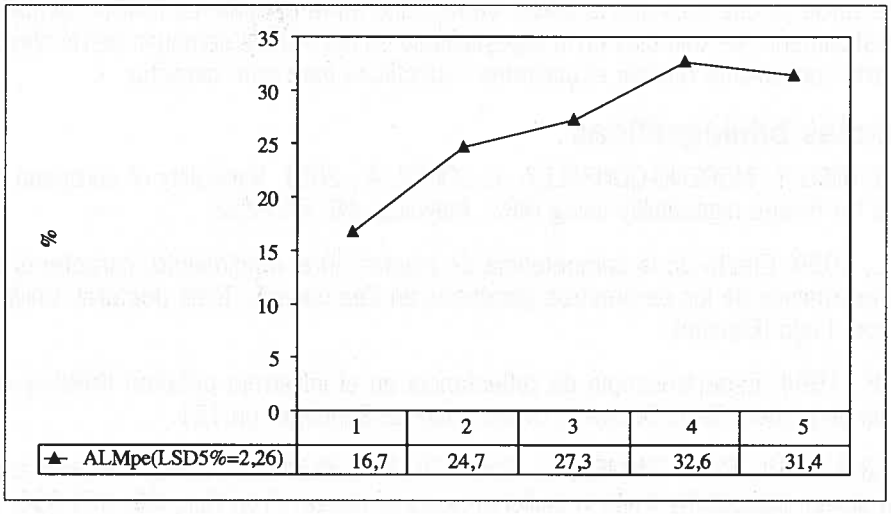
El contenido de almidón solamente se evaluó en la planta entera. El R^2c fue de 0,91 con unos errores estándar de 2,26 (SEC) y 2,51 (SECV), la desviación típica fue de 7,66 y esto se debe a la menor precisión del método de referencia. El mayor contenido de almidón se consigue en la novena semana tras la floración femenina con un valor de 32,6 (Figura 4) no siendo significativas las diferencias entre la novena y décima semana de recolección pero sí con el resto de semanas.

Figura 3: Evolución del contenido de fibra ácido detergente en la planta entera (ADFpe), mazorca (ADFmaz) y parte verde (ADFpv).



	1	2	3	4	5
ADFmaz(LSD5%=0,71)	13,9	10,4	9,5	8,8	8,4
ADFpe(LSD5%=1,08)	23,8	20,4	20,0	18,1	18,9
ADFpv(LSD5%=0,68)	34,8	35,4	37,0	39,4	40,2

Figura 4: Evolución del contenido de almidón en la planta entera (ALMpe).



	1	2	3	4	5
ALMpe(LSD5%=2,26)	16,7	24,7	27,3	32,6	31,4

Las diferencias entre los híbridos son significativas para todos los caracteres evaluados excepto para ADF de la planta entera. La interacción repetición x época no fue significativa para los parámetros de digestibilidad, ADF y ALM, solamente encontramos una interacción positiva en la PB de la planta entera y parte verde. Encontramos una interacción significativa entre híbrido x época para todos los parámetros de calidad estudiados excepto ADF, DMO de la mazorca y ALM, lo que indica la baja variabilidad encontrada en estos caracteres.

La época idónea a la hora de seleccionar altos rendimientos de maíz forrajero correspondería a la novena semana tras la floración femenina ya que en esta época encontramos el mayor rendimiento de materia seca para la planta entera y la mazorca mientras que para la parte verde no se han encontrado diferencias significativas entre la octava y novena semana tras la floración femenina.

La digestibilidad de la planta debería determinarse en la parte verde ya que presenta importantes diferencias significativas entre las épocas más tardías, lo que no ocurre con la mazorca, además las ecuaciones NIRS están mejor calibradas y validadas que para la parte verde. La DMOpe tam-

bién diferencia significativamente los cambios en la digestibilidad en las últimas semanas de recolección y por lo tanto sería conveniente realizar ecuaciones específicas para este carácter.

Según este estudio la PB no es un carácter muy variable a lo largo de las épocas para la planta entera ya que las pérdidas en PB de la parte verde se ven compensadas por el aumento de la PB en la mazorca. Las valores de PBpe en la séptima y novena semana son 7,1 y 7 por lo tanto pose- en más relevancia otros caracteres de calidad nutritiva. Lo mismo ocurre para ADF que disminuye de valor según aumenta de fecha de recolección en la mazorca y aumenta en la parte verde. El menor contenido de ADFpe se produce en la novena semana de recolección con un valor de 18,1.

Conclusiones

La época idónea a la hora de determinar el momento óptimo de recolección del maíz forrajero correspondería a la novena semana tras la floración femenina ya que en esta época encontramos el mayor rendimiento de materia seca para la planta entera y la mazorca que compensa la pérdida de digestibilidad de la planta entera que se produce en la novena semana respecto a la octava. En esta semana también encontramos el menor contenido de ADFpe así como el mayor ALMpe y las diferencias en PBpe entre la séptima semana de máxima concentración y la novena sólo es de 0,1.

Los parámetros de calidad nutritiva deben ser muestreados en la planta entera y la digestibilidad en la parte verde ya que presenta la mayor variabilidad entre épocas. La DMOpe también diferencia significativamente los cambios en la digestibilidad en las últimas semanas de recolección y por lo tanto sería conveniente realizar ecuaciones específicas para este carácter.

Referencias bibliográficas

BRICHETTE MIEG, I.; MORENO-GONZÁLEZ, J.; LOPEZ, A., 2001. Variability of european maize landraces for forage digestibility using NIRS. *Maydica*, **46**, 245-252.

CAMPO, L., 1999. Efecto de la competencia de plantas en el rendimiento, caracteres agronómicos y estimación de los parámetros genéticos en *Zea mays* L. Tesis doctoral. Universidad de Santiago. Lugo (España).

CASTRO, P., 1994. Espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo próximo (NIRS) y evaluación nutritiva de pastos, Tesis Doctoral, Universidad de Santiago, pp.121.

DHILLON, B.S.; PAUL, CHR.; ZIMMER, E.; GURRATH, P.A.; KLEIN, D., 1990. Variation and covariation in stover digestibility traits in diallel crosses of maize. *Crop Sci.*, **30**, 931-936.

MORENO-GONZÁLEZ, J.; BRICHETTE MIEG, I.; LOPEZ, A.; ALONSO, R.C., 2002. Parámetros genéticos del rendimiento, digestibilidad y otros caracteres del maíz (*Zea mays* L.) forrajero. Producción de pastos, forrajes y céspedes. Actas de la *XLII Reunión Científica de la Sociedad Española para el estudio de los pastos*, 413-418.

SAS Institute Inc., 1999. *SAS/Stat User`s Guide, Version 8*, Cary INC: SAS Institute Inc.

Win ISI 1.5, 2000. *ISI WINDOWS Near-Infrared Software, The Complete Software Solution for Routine Analysis, Robust Calibration and Networking*, ISI (Infrasoft International), LLC, Port Matilda, PA, USA.

EVALUATION OF THE YIELD, DIGESTIBILITY AND OTHER CHARACTERS OF THE FORAGE MAIZE IN DIFFERENT DATES FOR HARVESTING.

SUMMARY

Many works have studied the nutritive quality of forage maize, however more information is needed about the best harvesting time of the plant as determined by the quality and yield of the forage maize crop. The objective of this study was to establish the optimum harvesting time of the maize plant as function of the dry matter yield (DMY) and other nutritive value factors. Performance of DMY, digestible organic matter (DOM), crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF) and starch were studied in nine commercial maize hybrids at five harvesting stages during five consecutive weeks starting in the sixth week after female flowering. Quality traits were analysed for the whole plant, stover and ear with near infrared spectroscopy (NIRS). The ninth week after silking appears to be the most convenient for optimum harvesting time, because it provided the highest DMY (12 767 kg ha^{-1}) and starch content (32,6 %), similar CP content (7 %), and a slight decrease in DMO (75,1 in the 9th week compared to 76,1 in the 8th week). Sampling of the stover fraction seems to be the most appropriate for analysing the DMO, since the coefficient of determination for predicting NIRS values was higher for stover (R^2p=0,91) than for ear (R^2p=0,84).

Key words: digestible organic matter, dry matter yield, Near Infrared Reflectance Spectroscopy, *Zea mays* L.

PREDICCIÓN DE LA DIGESTIÓN INTESTINAL DE LA PROTEÍNA BRUTA DE LA ALFALFA*

M.R. Alvir,[1] J. Faría Mármol,[2] J. González[1] y C.A. Rodríguez[1]

**** Trabajo financiado con cargo al proyecto CICYT: AGF 1998-0842.***

[1] Dpto. Producción Animal. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Madrid. 28040 Madrid (España). [2] Dpto. Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Apartado 15205 Maracaibo (Venezuela).

Resumen

Se ensayó la predicción de la proporción de PB digestible en el intestino (Di) y la digestibilidad intestinal efectiva (DIE) sobre muestras de alfalfa (n=7) seleccionadas en base a sus características de conservación (verde, henificada y deshidratada) y madurez (cortes a dos, cuatro, seis, ocho y 10 semanas en la alfalfa verde). La degradabilidad efectiva (DE) se estimó mediante técnicas *in situ* y de tránsito de partículas y la digestión intestinal mediante la técnica de micro bolsas móviles. Los animales fueron alimentados con dos raciones en las que el forraje doblaba al concentrado o viceversa. En esta última dieta se ensayaron solo cuatro muestras, disponiéndose así de 11 datos. La variabilidad de las muestras ensayadas fue elevada, tanto para Di (de 6,6 % a 18,6% de la PB total) como para DIE (de 46,6 a 63,1 %). Di pudo predecirse utilizando los porcentajes de DE y de fibra ácido detergente (FAD) mediante las expresiones: Di = 50,25 - 0,49 DE (R^2 = 0,923; P < 0,001); Di = 63,30 - 0,60 DE - 0,13 FAD (R^2 = 0,956; P < 0,001). No se encontró una predicción válida del valor DIE, pues la relación más estrecha, observada con el contenido en pared celular, no permite una adecuada precisión (R^2 = 0,582; P < 0,05).

Palabras clave: *Medicago sativa* L, nitrógeno, aprovechamiento intestinal, ovino.

Introducción

La aplicación de los nuevos sistemas de valoración proteica para rumiantes presenta todavía algunos inconvenientes de importancia como una base de datos relativamente reducida y la utilización de valores medios por tipos de alimentos, tanto para la degradación ruminal como para la digestibilidad intestinal. Ello implica no considerar la posible variación dentro de cada categoría de alimentos, la cual puede ser importante en muchas de ellas. El método usual para estimar la degradabilidad efectiva (DE) de la proteína bruta (PB) en el rumen es mediante la técnica *in situ* propuesta por Ørskov y McDonald (1979). Para la determinación de la digestión intestinal de la proteína by-pass no existe, en cambio, un método generalizado, si bien el más utilizado es el de las micro-bolsas de nylon móviles. Su principal inconveniente es que en muchos tipos de alimentos las estimas de la digestibilidad intestinal son dependientes de las acciones degradativas de los microorganismos y, por tanto, del tiempo de incubación ruminal. Consecuentemente, la utilización de una metodología sencilla, basada en una medida puntual sobre el alimento original o sobre su residuo de incubación ruminal a un tiempo fijo, puede dar lugar a errores de importancia. Para evitar este inconveniente, González *et al.* (1999) propusieron estimar la digestibilidad intestinal efectiva (DIE) a partir de la PB by-pass digerida en el intestino (Di) estimada mediante la integración de las

funciones que describen la variación en el tiempo tanto de la digestibilidad intestinal como del flujo post-ruminal de PB by-pass. Esta metodología resulta, evidentemente, laboriosa, por lo que la predicción de los valores de DIE o de Di resulta de alto interés. En diversos trabajos realizados por este grupo con diferentes alimentos se ha encontrado una correlación muy estrecha entre el contenido en Di y la DE de la PB. Así, el objetivo de este trabajo fue estudiar la posibilidad de predecir el aprovechamiento intestinal de la PB de la alfalfa (verde, heno, deshidratada) en base a los valores de DE y de composición química.

Material y métodos

Se evaluaron un total de siete muestras de alfalfa de la variedad Aragón, cinco en verde correspondientes a un tercer ciclo de crecimiento a diferentes estados de madurez (dos, cuatro, seis, ocho y 10 semanas), un heno (en floración) y 1 muestra comercial de alfalfa deshidratada. Todas las muestras fueron molidas a 2 mm para los ensayos *in situ* y a 1mm para los análisis de composición química. Para testar las muestras se emplearon dos grupos de tres corderos adultos, los primeros fistulizados en rumen y los segundos provistos de una cánula T- simple en el duodeno. Los animales se alojaron en jaulas metabólicas y recibieron sucesivamente una ración mixta con relación forraje: concentrado dos:uno (ración F) y uno:dos (ración C). El forraje fue el heno de alfalfa en estudio y el pienso un concentrado comercial para cebo de corderos. El heno y el concentrado contenían (sobre MS) respectivamente 492 y 189 $g.kg^{-1}$de fibra neutro detergente (FND) y 188 y 173 $g.kg^{-1}$ de PB. Ambas raciones fueron distribuidas, en dos comidas por día (9:00 y 17:00 h), a un nivel de ingestión de 40 g MS/kg $P^{0.75}$.

En la ración F se evaluaron todas las muestras, mientras que en la ración C se ensayaron las muestras de alfalfa verde segadas a dos y ocho semanas, el heno y la alfalfa deshidratada. Dado que entre ambas raciones se observaron diferencias a nivel de la digestión intestinal de la PB (Faría-Mármol *et al.*, 2002), los resultados de ambas dietas se consideraron conjuntamente. Se dispuso así de un total de 11 valores para el ensayo de la predicción de la digestión intestinal. La digestibilidad intestinal de la PB no degradada se determinó sobre los residuos (liofilizados) de incubación ruminal a cero, dos, cuatro, ocho, 15, 24, 48 y 72 h, obtenidos en dos incubaciones realizadas en días diferentes. Para cada muestra de alfalfa, ración y tiempo de incubación se mezclaron de forma uniforme los residuos de las seis bolsas (dos incubaciones x tres corderos), determinándose en cada mezcla el contenido en nitrógeno Kjeldahl. Las micro bolsas (con forma pentagonal de 1,5 cm de lado) se confeccionaron con el mismo tejido de nylon que las bolsas ruminales (46 μm de tamaño de poro). Por cada tiempo de incubación se llenaron un total de seis micro bolsas (dos por animal) con 200 mg de residuo. Estas bolsas se introdujeron al azar a través de la cánula duodenal a intervalos de 15 minutos, sin sobrepasar 10 bolsas/animal/día, siendo posteriormente recuperadas en heces. Las bolsas fueron congeladas a -20ºC, siendo posteriormente lavadas tres veces durante cinco minutos en una mini lavadora de turbina (al igual que tras la incubación ruminal), desecadas en estufa a 80ºC, y digeridas intactas (bolsa + residuo), corrigiéndose este análisis con blancos de bolsas vacias. Detalles adicionales sobre las técnicas de incubación en el rumen e intestino de estas muestras, así como los valores de digestibilidad intestinal y los modelos matemáticos empleados para evaluar su variación y obtener los correspondientes valores efectivos han sido previamente publicados (González *et al.*, 2001; Faría-Mármol *et al.*, 2002). La predicción de la digestión intestinal a partir de la DE de la PB y de la composición química fueron establecidas mediante regresión múltiple paso a paso (stepwise).

Resultados y discusión

En la composición química de las alfalfas (Tabla 1) el mayor coeficiente de variación (45,2%) se observó para el nitrógeno asociado a la fibra ácido detergente (FAD), seguido de la PB (CV= 26%) que varió entre 13,6 y 27,0%. Los resultados de DE, Di y DIE (calculada como Di / (100 - DE)) se indican en la tabla 2. En ésta puede apreciarse que el aumento de la proporción de concentrado en la ración redujo la DE (Faría-Mármol *et al.*, 2002). Este mismo efecto fue apreciado con el

aumento de la madurez (González et *al.*, 2001). Las reducciones de la degradación ruminal implicaron en todos los casos una traslación del sitio de digestión del rumen al intestino, produciéndose un aumento considerable de la proporción de PB digestible en éste (Di). La variación de los valores de DE y Di dio lugar con el aumento del estado de madurez a una reducción lineal de la DIE (González *et al.*, 2001). En cambio el incremento de la proporción de concentrado en la ración no alteró significativamente este valor (Faría-Mármol *et al.*, 2002).

Considerando conjuntamente los 11 casos disponibles se aprecia una importante variación tanto para Di (del 6,6 al 18,6 % de la PB total) como para DIE (del 46,6 al 63,1 %).

Es conveniente señalar que los valores de DE se determinaron utilizando las tasas fraccionales de tránsito determinadas para el heno de alfalfa marcado con Yb, cuyo valor fue: 2,26 y 2,61 %/h en las dietas F y C, respectivamente (Faría-Mármol *et al.*, 2002). La tasa de salida de partículas del rumen está condicionada básicamente por el grado de repleción del rumen, que a su vez está principalmente determinado por las partículas fibrosas. Al suministrar, a nivel próximo a conservación, una dieta mixta cuyo único forraje es de alta calidad, como la alfalfa, la repleción ruminal debe ser baja.

Tabla 1: Composición química (% en base seca) de las muestras de alfalfa.

Item	Media	DS	CV	Rango
Cenizas	10,3	1,19	11,6	8,67–12,0
Proteína bruta	18,2	4,71	26,0	13,6–27,0
Fibra neutro detergente	45,7	9,53	20,8	29,4–56,8
Fibra ácido detergente	35,4	6,90	19,5	24,2–45,3
Lignina ácido detergente	7,69	1,18	15,4	6,05–9,62
N ligado a Fibra neutro detergente[1]	15,0	2,39	16,0	11,3–18,1
N ligado a Fibra ácido detergente[1]	6,58	2,97	45,2	2,05–10,5

[1] Porcentaje del N total; DS=Desviación estándar; CV=Coeficiente de variación.

Así, la presión ruminal, la actividad ruminativa, la motilidad ruminal y como consecuencia, la evacuación a través del orificio retículo-omasal serán también bajas. Los valores medios de degradación para la alfalfa verde son similares a los obtenidos *in situ* por Aufrére *et al.* (1994) y Repetto (1996). Los resultados para el heno de alfalfa están dentro del rango indicado por el NRC (1989), mientras que los valores de alfalfa deshidratada fueron más altos, pero similares a los obtenidos por Repetto (1996).

El aprovechamiento intestinal de la proteína en los rumiantes está condicionado tanto por el contenido del alimento en compuestos nitrogenados indigestibles en el intestino como por las características de degradación en el rumen de estos compuestos y de la PB total, al condicionar en su conjunto la concentración de compuestos indigestibles en el flujo post- ruminal total de PB (González *et al.*, 1999). Estas consideraciones así como el traslado del sitio de digestión del rumen al intestino al reducirse la degradación, justifican la estrecha relación (R^2=0,923) apreciada entre los valores de Di y de DE (figura 1). La precisión de esta predicción se incrementa ligeramente (R^2=0,956) con la utilización de la FAD como segunda variable independiente. La relación entre los valores observados y predichos utilizando ambas variables se expone en la figura 2.

Estos resultados muestran que la utilización de la proteína by-pass se incrementa con la reducción de la degradación, debiéndose considerar, por tanto, no solo las características de la alfalfa, sino también las de la ración. La justificación del efecto debido a la FAD no es evidente, si bien, de la observación de la figura 1 no parece poder atribuirse a la desviación de alguna muestra en particular.

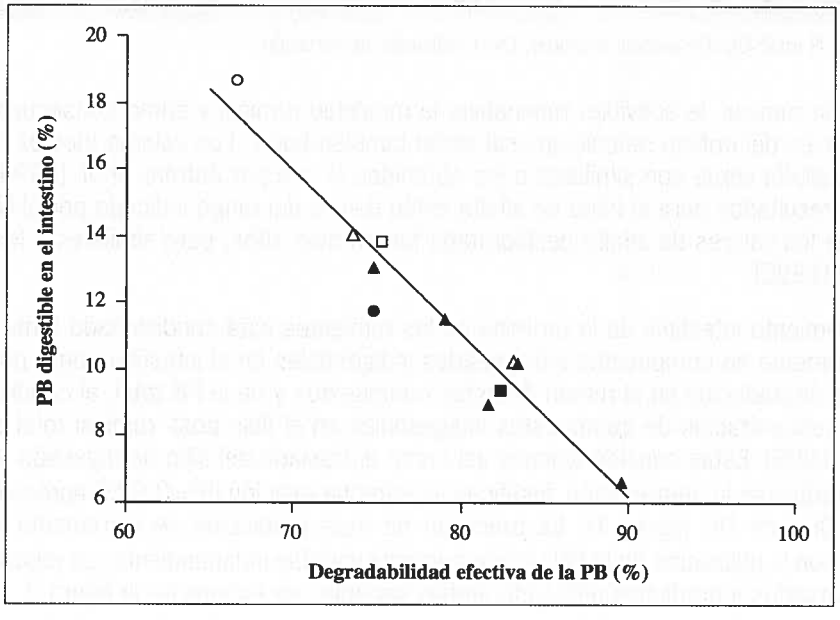
Tabla 2: Degradabilidad efectiva de la proteína bruta (DE), proteína digestible en el intestino (Di) y digestibilidad intestinal efectiva (DIE) de las muestras de alfalfa.

Forraje: Concentrado		2:1				1:2			
Alfalfa	Item(%)	N	Media	CV	Rango	N	Media	CV	Rango
Verde	DE	5	81,7	6,66	74,9–89,6	2	78,3	1,28	73,5–83,0
	Di		7,48	60,0	6,60–13,0		12,1	22,1	10,2–14,0
	DIE		56,0	11,1	48,7–63,6		56,7	8,92	53,1–60,2
Heno	DE	1	82,4			1	75,3		
	Di		9,35				13,8		
	DIE		53,1				55,8		
Deshidratada	DE	1	74,9			1	66,6		
	Di		11,7				18,6		
	DIE		46,6				55,8		

CV = Coeficiente de variación (%).

Los valores de DIE observados fueron menores que los obtenidos por el INRA por métodos indirectos. Así, Verité *et al.*, (1987) proponen un valor del 75 % para la alfalfa verde o el heno y del 70 % para la alfalfa deshidratada. Los valores de DIE de la alfalfa no han podido predecirse de forma directa, ya que aunque estos valores están relacionados de forma negativa con el contenido en pared celular, el coeficiente de determinación (R^2=0,582; P < 0,01) no permite una predicción adecuada. Sin embargo, el valor de DIE puede estimarse sin dificultad a partir de las predicciones de Di indicadas en las figuras 1 y 2.

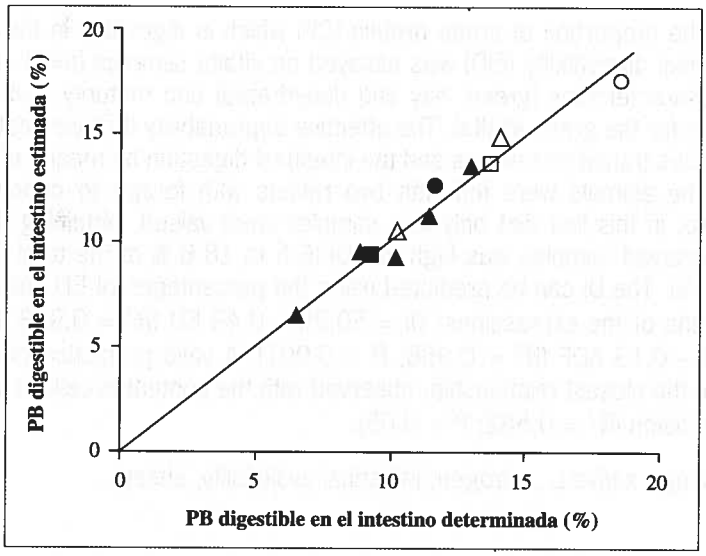
Figura 1: Relación entre la proporción de proteína bruta digestible en el intestino (Di) y la degradabilidad efectiva (DE) de muestras de alfalfa verde (△, ▲), deshidratada (○, ●) y de heno de alfalfa (□, ■). Valores obtenidos con raciones con relación heno:concentrado 2:1 (símbolos plenos) y 1:2 (símbolos vacíos). Di = 50,25 - 0,49 DE (R^2 = 0,923; P < 0,001).



Conclusiones

La reducción de la degradación de la PB de la alfalfa conlleva un cambio en el sitio de digestión desde el rumen al intestino, aumentando así el aprovechamiento digestivo de la proteína alimentaria. La proporción de PB digestible en el intestino puede predecirse en las alfalfas verdes o desecadas utilizando la DE de la PB y el contenido en FAD como variables predictoras.

Figura 2: Relación entre los valores determinados y estimados de la proporción de proteína bruta digestible en el intestino (Di) de muestras de muestras de alfalfa verde (△, ▲), deshidratada (○, ●) y de heno de alfalfa (□, ■) utilizando la degradabilidad efectiva (DE) y el contenido en fibra ácido detergente (FAD, % sobre MS) como variables independientes. Valores obtenidos con raciones con relación heno:concentrado 2:1 (símbolos plenos) y 1:2 (símbolos vacíos). Di = 63,30 - 0,60 DE - 0,13 FAD (R^2 = 0,956; P < 0,001).



Referencias bibliográficas

AUFRÈRE, J.; BOULBEHANE, D.; GRAVIOU, D., 1994. Dégradation dans le rumen de l'azote des parois d'une même luzerne, verte ou ensilée. *Annales de Zootechnie*, **43,** 273.

FARÍA-MÁRMOL, J.; GONZÁLEZ, J.; RODRÍGUEZ, C.A.; ALVIR, M.R., 2002. Effect of diet forage to concentrate ratio on rumen degradability and postruminal availability of protein from fresh and dried lucerne. *Animal Science,* **74,** 337-345.

GÓNZALEZ, J.; SANCHEZ, L.; ALVIR, M.R., 1999. Estimation of intestinal digestibility of undegraded sunflower meal protein from nylon bag measurements. A mathematical model. *Reproduction, Nutrition and Development,* **39,** 607-616.

GÓNZALEZ, J.; FARÍA-MÁRMOL, J; RODRÍGUEZ, C.A; ALVIR, M.R., 2001. Effects of stage of harvest on the protein value of fresh lucerne for ruminants. *Reproduction, Nutrition and Development,* **39,** 607-616.

NRC, 1989. *Nutrient requirements of dairy cattle.* National Academy Press, 168 pp. Washington DC (EEUU).

ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science, Cambridge,* **92 (2),** 499-503.

REPETTO, J. L., 1996. *Degradabilidad ruminal de la alfalfa deshidratada.* Tesis Doctoral. Escola Tecnica Superior d´Énginyeria Agraria. Universitat de Lleida. 145pp. Lleida (España).

VERITE, R.; MICHALET-DOREAU, B.; CHAPOUTOT, P.; PEYRAUD, J.L.; PONCET, C, 1987. *Revision du systéme des protéines digestibles dans l'intestin (PDI).* Bulletin Technique, CRZV, Theix, INRA **70,** 555-562.

PREDICTION OF THE INTESTINAL DIGESTION OF LUCERNE CRUDE PROTEIN

SUMMARY

The prediction of the proportion of crude protein (CP) which is digestible in the intestine (Di) and the effective intestinal digestibility (EID) was assayed on alfalfa samples (n=7) selected based on its conservation characteristics (green, hay and dehydrated) and maturity (cut at two, four, six, eight and 10 weeks for the green alfalfa). The effective degradability (ED) was estimated by means of *in situ* and particles transit techniques and the intestinal digestion by means of the micro mobile bags technique. The animals were fed with two rations with forage to concentrated ratios of two:one or one:two. In this last diet only four samples were valued, obtaining thus 11 data. The variability of the assayed samples was high, for Di (6.6 to 18.6 % of the total CP) as well as for EID (46.6 to 63.1 %). The Di can be predicted using the percentages of ED and of acid detergent fibre (ADF) by means of the expressions: Di = 50.25 – 0.49 ED (R^2 = 0.923; $P < 0.001$); Di = 63.30 – 0.60 ED – 0.13 ADF (R^2 = 0.956; $P < 0.001$). A valid prediction of EID could not be achieved, because the closest relationship, observed with the content in cellular wall, doesn't allow an appropriate precision (R^2 = 0.582; $P < 0.05$).

Key words: *Medicago sativa* L., nitrogen, intestinal availability, sheep.

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO* MEDIANTE TECNOLOGÍA NIRS

S. Andrés,[1] A. Calleja,[1] F.J. Giráldez,[2] J.S. González,[1] S. López[1] y P.L. Rodríguez[3]

[1] Departamento de Producción Animal I, Universidad de León, 24071 León (España).
[2] Estación Agrícola Experimental, CSIC. Apartado 788, 24080 León (España).
[3] Departamento de Zootecnia, Universidad de Extremadura, 10071 Cáceres (España).

Resumen

Este trabajo presenta los resultados obtenidos en la estimación mediante tecnología NIRS de los parámetros de fermentación ruminal obtenidos mediante la técnica de producción de gas, para un conjunto de 107 muestras de prados de la montaña de León.

Se observó cómo tanto los estadísticos de calibración como los de validación fueron aceptables en los casos de la producción asintótica de gas (R^2_{aj}=0,818; EEC=3,4 ml; EEP=3,8 ml) y de la desaparición de la materia seca a las 144 horas (R^2_{aj}=0,631; EEC=1,9 % MS; EEP=2,1 % MS). Sin embargo, para el tiempo de retraso al inicio de la fermentación (R^2_{aj}=0,693; EEC=0,198 h; EEP=0,550 h), para el ritmo de fermentación (R^2_{aj}=0,941; EEC=0,0029 h^{-1}; EEP=0,0057 h^{-1}) y para la producción de gas a las 24 horas (R^2_{aj}=0,947; EEC=2,5 ml; EEP=8,8 ml), aunque los estadísticos de calibración fueron también aceptables, los de validación empeoraron sensiblemente. Además, en este trabajo también se discute el efecto de la obtención de los datos de producción de gas en tandas de incubación distintas y sobre la conveniencia de la utilización de un alimento estándar para corregir estas diferencias.

Palabras clave: prados, valoración nutritiva, degradabilidad ruminal, infrarrojo cercano.

Introducción

La fermentación en el rumen condiciona, en gran medida, el valor nutritivo de los forrajes. La técnica de producción de gas *in vitro* (Theodorou *et al*,. 1994) es relativamente sencilla y barata, y permite estimar con cierta fiabilidad la degradabilidad ruminal de los forrajes y resulta también útil para clasificarlos cualitativamente. Aunque cuenta con incuestionables ventajas, esta técnica está sujeta a ciertos inconvenientes, como la necesidad de disponer de animales como donantes de líquido ruminal, o el periodo de tiempo tan largo que exige la obtención de curvas de producción acumulativa de gas.

Por otra parte, desde que Norris *et al.* (1976) constataron la utilidad de la espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) para estimar distintos parámetros de valoración nutritiva de forrajes, esta tecnología se ha instaurado progresivamente como una técnica de uso rutinario gracias a su rapidez y repetibilidad. Es idónea para estimar la composición química, aunque también se ha comprobado su utilidad en la predicción de parámetros más complejos relacionados con la degradabilidad y de digestibilidad de los alimentos. Así, se han publicado trabajos de estimación de

parámetros de producción de gas mediante tecnología NIRS para algunas especies botánicas aisladas (Herrero *et al.*, 1996 y 1997), pero no para muestras de prados botánicamente complejas.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el presente trabajo se plantea con el objetivo de conocer en qué medida la tecnología NIRS es capaz de estimar los parámetros de fermentación ruminal obtenidos con la técnica de producción de gas en muestras de hierba procedentes de prados de montaña con una gran diversidad botánica.

Material y métodos

Se dispuso de un total de 107 muestras procedentes de prados de la montaña de León. Se secaron en estufa de aire forzado a 60ºC y posteriormente se molieron con un molino de martillos tipo Culatti provisto de una malla con un tamaño de paso de un mm de diámetro. En función de los datos de proteína bruta y fibra neutro detergente, se separaron dos poblaciones distintas, una de 62 y otra de 45 muestras.

Para obtener las cinéticas de fermentación y las curvas de producción de gas de las muestras, se utilizó la técnica descrita por Theodorou *et al.* (1994). Se realizaron dos tandas de incubación: en la primera se incubaron 62 muestras, que posteriormente se emplearon para obtener las ecuaciones de calibración y en la segunda, las 45 restantes que se emplearon en la validación de las ecuaciones de predicción obtenidas. Con el fin de obtener los datos promediados, se utilizaron para cada muestra dos viales de 120 ml, en cada uno de los cuales se pesaron aproximadamente 500 mg de muestra referida a MS. Para incubar las muestras se dosificó dentro de cada vial, previamente gaseado con CO_2, 50 ml de líquido ruminal diluido en un medio de cultivo en proporción 1:4 (v/v), preparado según las indicaciones de Goering y Van Soest (1970). Tras precintar los viales con cápsulas de aluminio, se colocaron en un incubador a 39ºC y se midió la producción de gas a las tres, seis, nueve, 12, 16, 21, 26, 31, 36, 48, 60, 72, 96, 120 y 144 horas.

Cuando terminó el periodo de incubación (144 h) se abrieron los viales y se filtró su contenido en crisoles de placa porosa. Los residuos se secaron en una estufa de aire forzado a 60ºC para poder determinar la desaparición de la materia seca (Des 144 h).

Las curvas de producción de gas se ajustaron al modelo exponencial descrito por France *et al.* (2000):

$$G = A\,[\,1 - e^{-c\,(t-L)}\,]$$

donde G (ml) es la producción acumulada de gas a un tiempo t (h) de incubación, A (ml) es la producción asintótica de gas, c (h^{-1}) es el ritmo fraccional de fermentación y L (h) el tiempo de retraso en el inicio de la degradación del sustrato.

Este modelo asume que la degradación del sustrato sigue una cinética de primer orden con un ritmo fraccional de degradación *(c)* constante. Para realizar el ajuste de las curvas, se utilizó el procedimiento NLIN del paquete estadístico SAS (SAS, 1989).

Se utilizó un espectrofotómetro de infrarrojos InfraAlyzer 500 (Bran+Luebbe GmbH, Norderstedt, Alemania) para recoger un total de cuatro espectros por muestra en dos cápsulas distintas. Los espectros se trataron con diferentes derivadas y las calibraciones se crearon mediante regresión por mínimos cuadrados parciales. Sólo se muestran las calibraciones que, una vez validadas, ofrecieron los errores estándar de predicción (EEP) más bajos. Además, se realizó la descomposición de Theil sobre el EEP (Theil, 1966).

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se recogen tanto los valores medios como las desviaciones estándar para cada parámetro dentro de cada una de las tandas de incubación. Excepto para L, los valores medios y los rangos fueron muy similares en ambos grupos para todos los parámetros.

Tabla 1: Parámetros de fermentación ruminal de las muestras de forraje empleadas en la calibración y en la validación.

	Muestras de calibración (n=62)			Muestras de validación (n=45)		
	Rango	Media	DE	Rango	Media	DE
A (ml)	125 - 163	147	7,9	125 - 162	147	8,1
c (h^{-1})	0,030 - 0,080	0,055	0,0118	0,037 - 0,080	0,061	0,0130
L (h)	0,09 - 1,77	1,06	0,357	0,00 - 1,22	0,46	0,323
PG 24 h (ml)	78 - 128	104	11,0	86 - 124	110	9,8
Des 144 h (% MS)	68 - 82	74	3,1	63 - 81	73	3,6

A: producción asintótica de gas; c: ritmo fraccional de fermentación; **L**: tiempo de retraso en el inicio de la degradación; **PG 24 h**: producción de gas a las 24 horas; **DES 144 h**: desaparición de materia seca a las 144 horas; **DE:** desviación estándar.

Para todos los parámetros se observó una correlación significativa entre los datos obtenidos de las incubaciones *in vitro* y aquéllos estimados por la ecuación para las muestras de calibración (Tabla 2). En cuanto a la validación de las ecuaciones, la producción asintótica de gas (A) y la desaparición de materia seca a las 144 horas (Des 144 h) mostraron errores estándar de predicción (EEP) que no difirieron en más de un 20 % del correspondiente error estándar de calibración (EEC) lo que asegura, en cierta medida, la capacidad predictiva de estos modelos (Shenk *et al.*, 1992). No ocurrió lo mismo en el caso del ritmo fraccional de fermentación (c), el tiempo de retraso (L) y la producción de gas a las 24 horas (PG 24 h). La peor estimación del tiempo de retraso respecto a los otros dos parámetros (c y A) que definen la cinética de producción de gas coincide con lo observado por otros autores (Herrero *et al.*, 1996 y 1997). Los parámetros A, c y L son parámetros estimados estiman mediante regresión no lineal y, en general, la precisión con que se estima el parámetro L es inferior que en el caso de los otros dos, lo cual contribuye a que su predicción mediante NIRS sea también peor.

Para entender mejor las diferencias en cuanto a la capacidad predictiva de la técnica NIRS para los distintos parámetros es necesario tener en cuenta por un lado que, puesto que ambos conjuntos de muestras se incubaron *in vitro* en dos tandas distintas, es posible que existan ciertas diferencias entre ellas ocasionadas, por ejemplo, por variaciones en las características del líquido ruminal. Y, por otro, que las diferencias en los inóculos podrían afectar de forma diferente a los distintos parámetros, siendo, a priori, más sensibles los parámetros L, c y PG 24 h que la A o la desaparición de materia seca a las 144 horas.

Tabla 2: Estadísticos de calibración y de validación de las ecuaciones de predicción de los parámetros de fermentación ruminal.

	Estadísticos de calibración					Estadísticos de validación					
	Trat	p	R^2	R^2 aj	EEC	EEVC	EEP	DESCOMPOSICIÓN THEIL			RPD
								U^M	U^R	U^D	
A (ml)	1,10,10	7	0,839	0,818	3,4	4,3	3,8	0,326	0,006	0,668	2,118
c (h^{-1})	2,4,4	6	0,947	0,941	0,0029	0,0037	0,0057	0,370	0,175	0,457	2,290
L (h)	2,4,4	6	0,723	0,693	0,198	0,251	0,550	0,817	0,002	0,181	0,587
PG 24 h (ml)	2,4,4	8	0,954	0,947	2,5	3,6	8,8	0,412	0,243	0,346	1,119
Des 144 h (% MS)	2,10,5	6	0,667	0,631	1,9	2,3	2,1	0,009	0,003	0,988	1,720

A: producción asintótica de gas; **c:** ritmo fraccional de fermentación; **L**: tiempo de retraso en el inicio de la degradación; **PG 24 h**: producción de gas a las 24 horas; **DES 144 h**: desaparición de materia seca a las 144 horas; **Trat:** tratamiento matemático aplicado a los espectros, donde el primer término es el orden de la derivada aplicada, el segundo hace referencia al GAP y el tercero a la longitud del segmento de suavizado; **p**: número de términos en la ecuación; **R^2**: coeficiente de determinación; **R^2 aj**: coeficiente de determinación ajustado; **EEC**: error estándar de calibración; **EEVC**: error estándar de validación cruzada; **EEP**: error estándar de predicción; **U^M**: proporción del error debido al sesgo; **U^R**: proporción del error debido a la regresión; **U^D**: proporción del error debido a la varianza no explicada por el modelo; **RPD**: relación entre la desviación estándar del método de referencia calculada para el grupo de validación y el EEP.

Con la finalidad de paliar estas variaciones entre tandas o detectar alteraciones, es una practica habitual incluir muestras de referencia en cada tanda de producción de gas. En el presente ensayo se incluyeron muestras de heno de alfalfa y se pudo observar cómo en todos los tiempos de incubación, el heno de alfalfa incubado en la segunda tanda (45 muestras) obtuvo medidas de producción de gas ligeramente superiores a las que había mostrado en la primera tanda (62 muestras). Estas diferencias fueron bastante manifiestas al inicio de la incubación, pero se redujeron considerablemente al final de la misma. De hecho, cuando, considerando las diferencias con el estándar, se corrigieron los datos de producción de gas obtenidos en el conjunto de validación (45 muestras), se observó que, en términos absolutos, el EEP se redujo sensiblemente en todos los casos (Tabla 3) con respecto a las validaciones anteriores (Tabla 2), si bien esta reducción fue comparativamente mayor en los casos de la c, L y PG 24 h con respecto a la A. Además, como era de esperar, esta corrección disminuyó la proporción del error debida al sesgo (Tabla 3).

Aunque, en términos absolutos, la estimación tanto de los parámetros A, c y L como de la PG 24 h fue aceptable, cabe la duda de si el estándar permite corregir de forma adecuada el efecto entre tandas, ya que cuando se realizaron tanto las calibraciones como las validaciones con muestras obtenidas en la misma tanda (ver Tablas 4 y 5) se obtuvieron ecuaciones similares a las ya señaladas, pero la validación mejoró ostensiblemente en los parámetros PG 24 h y tiempo de retraso (L).

Tabla 3: Parámetros de fermentación ruminal de la segunda tanda con los datos corregidos para el estándar y estadísticos de validación.

	Muestras de validación (n=45)			Estadísticos de validación				
	Rango	Media	DE	EEP	DESCOMPOSICIÓN THEIL			RPD
					U^M	U^R	U^D	
A (ml)	124 – 161	147	8,2	3,6	0,195	0,005	0,801	2,305
c (h^{-1})	0,037 - 0,076	0,059	0,0123	0,0050	0,098	0,364	0,537	2,460
L (h)	0,00 - 1,46	0,72	0,374	0,351	0,451	0,002	0,547	1,065
PG 24 h (ml)	84 - 121	108	9,6	7,4	0,179	0,372	0,449	1,292

A: producción asintótica de gas; **c**: ritmo fraccional de fermentación; **L**: tiempo de retraso en el inicio de la degradación; **PG 24 h**: producción de gas a las 24 horas; **DES 144 h**: desaparición de materia seca a las 144 horas; **Trat:** tratamiento matemático aplicado a los espectros, donde el primer término es el orden de la derivada aplicada, el segundo hace referencia al GAP y el tercero a la longitud del segmento de suavizado; **p**: número de términos en la ecuación; **R^2**: coeficiente de determinación; **R^2 aj:** coeficiente de determinación ajustado; **EEC:** error estándar de calibración; **EEVC**: error estándar de validación cruzada; **EEP**: error estándar de predicción; **U^M**: proporción del error debido al sesgo; **U^R**: proporción del error debido a la regresión; **U^D:** proporción del error debido a la varianza no explicada por el modelo; **RPD**: relación entre la desviación estándar del método de referencia calculada para el grupo de validación y el EEP.

No obstante, al tratarse de muestras obtenidas en pastos con una gran complejidad botánica, cabe también la posibilidad de que las diferencias no fuesen debidas únicamente a variaciones en la producción de gas existentes entre tandas, sino a que el conjunto de muestras de validación no fuese totalmente representativo de las muestras de calibración, ya que esta premisa se asumió en función de los datos de producción de gas pero no de otros factores como el espectro de las muestras.

Conclusiones

A la vista de todos estos resultados, parece que no sólo la estimación de la producción asintótica de gas, de gran importancia dada la correlación que mantiene con la degradabilidad potencial de los alimentos, sino también de parámetros como la c, con una importante correlación con el ritmo de fermentación, y de la PG 24 h, también muy correlacionada con la degradabilidad efectiva y con el contenido en energía metabolizable de los forrajes, puede realizarse mediante tecnología NIRS con un cierto grado de exactitud. Sin embargo, para poder mejorar las ecuaciones de predicción, es necesario asegurar mediante una selección de muestras en función de los espectros,

que la totalidad de la variabilidad que va a encontrarse en la población de muestras que se desea analizar mediante tecnología NIRS se encuentra representada en el conjunto de muestras de calibración. Una vez cumplida esta condición, y con el fin de minimizar las diferencias entre tandas de incubación, habrá que profundizar en la conveniencia de la utilización de un estándar o en aumentar el número de observaciones por muestra para mejorar la precisión de los datos obtenidos con el método de referencia.

Tabla 4: Parámetros de fermentación ruminal de dos subgrupos de muestras de forraje obtenidos a partir de la primera tanda de incubación.

	Muestras de calibración (n=45)			Muestras de validación (n=17)		
	Rango	Media	DE	Rango	Media	DE
A (ml)	125 – 163	148	8,3	136 – 160	146	6,7
c (h^{-1})	0,030 - 0,080	0,055	0,0119	0,033 - 0,073	0,055	0,0120
L (h)	0,09 - 1,77	1,08	0,370	0,39 - 1,47	1,02	0,328
PG 24 h (ml)	78 - 121	105	10,5	84 – 128	103	12,6
Des 144 h (% MS)	68 - 82	75	3,0	68 – 81	74	3,4

A: producción asintótica de gas; **c:** ritmo fraccional de fermentación; **L:** tiempo de retraso en el inicio de la degradación; **PG 24 h:** producción de gas a las 24 horas; **DES 144 h:** desaparición de materia seca a las 144 horas; **Trat:** tratamiento matemático aplicado a los espectros, donde el primer término es el orden de la derivada aplicada, el segundo hace referencia al GAP y el tercero a la longitud del segmento de suavizado; **p:** número de términos en la ecuación; **R^2:** coeficiente de determinación; **R^2 aj:** coeficiente de determinación ajustado; **EEC:** error estándar de calibración; **EEVC:** error estándar de validación cruzada; **EEP:** error estándar de predicción; **U^M:** proporción del error debido al sesgo; **U^R:** proporción del error debido a la regresión; **U^D:** proporción del error debido a la varianza no explicada por el modelo; **RPD:** relación entre la desviación estándar del método de referencia calculada para el grupo de validación y el EEP.

Tabla 5: Estadísticos de calibración y de validación de las ecuaciones de predicción de los parámetros de fermentación ruminal.

	Estadísticos de calibración					Estadísticos de validación					
	Trat	p	R^2	R^2 aj	EEC	EEVC	EEP	DESCOMPOSICIÓN THEIL			RPD
								UM	UR	UD	
A (ml)	1,10,10	5	0,837	0,822	3,5	4,27	4,47	0,064	0,125	0,811	1,510
c (h-1)	2,4,4	7	0,961	0,956	0,0025	0,0035	0,0051	0,029	0,114	0,856	2,349
L (h)	2,4,4	6	0,766	0,740	0,193	0,281	0,225	0,226	0,010	0,764	1,457
PG 24 h (ml)	2,4,4	6	0,946	0,940	2,6	3,7	4,5	0,017	0,029	0,954	2,778
Des 144 h (% MS)	2,10,5	6	0,658	0,620	1,9	2,6	2,2	0,047	0,004	0,950	1,541

A: producción asintótica de gas; **c:** ritmo fraccional de fermentación; **L:** tiempo de retraso en el inicio de la degradación; **PG 24 h:** producción de gas a las 24 horas; **DES 144 h:** desaparición de materia seca a las 144 horas; **Trat:** tratamiento matemático aplicado a los espectros, donde el primer término es el orden de la derivada aplicada, el segundo hace referencia al GAP y el tercero a la longitud del segmento de suavizado; **p:** número de términos en la ecuación; **R^2:** coeficiente de determinación; **R^2 aj:** coeficiente de determinación ajustado; **EEC:** error estándar de calibración; **EEVC:** error estándar de validación cruzada; **EEP:** error estándar de predicción; **U^M:** proporción del error debido al sesgo; **U^R:** proporción del error debido a la regresión; **U^D:** proporción del error debido a la varianza no explicada por el modelo; **RPD:** relación entre la desviación estándar del método de referencia calculada para el grupo de validación y el EEP.

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Dra. Begoña de la Roza Delgado por su colaboración en el desarrollo de las ecuaciones de predicción. Este trabajo se ha realizado dentro del marco del proyecto CICYT-FEDER 1FD1997-0776. S. Andrés disfrutó de una beca predoctoral de la Junta de Castilla y León.

Referencias bibliográficas

FRANCE , J.; DIJKSTRA, J.; DHANOA, M.S.; LÓPEZ, S; BANNINK, A., 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds *in vivo* from a description of their gas production profiles observed *in vitro*. 1. Derivation of models and other mathematical considerations. *Britsh Journal of Nutrition*, **83,** 143-150.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures and some applications). En: *USDA Handbook no. 379*. U.S. Government Printing Office, Washington D.C., Estados Unidos.

HERRERO, M.; MURRAY, I.; FAWCETT, R.H.; DENT, J.B., 1996. Prediction of the *in vitro* gas production and chemical composition of kikuyu grass by near infrared reflectance spectroscopy. *Animal Feed Science and Technology*, **60,** 51-67.

HERRERO, M.; JESSOP, N.S.; FAWCETT, R.H.; MURRAY, I.; DENT, J.B., 1997. Prediction of the *in vitro* gas production dynamics of kikuyu grass by near infrared reflectance spectroscopy using spectrally structured sample populations. *Animal Feed Science and Technology*, **69,** 281-287.

NORRIS, H.K.; BARNES, R.F.; MOORE, J.E.; SHENK, J.S., 1976. Predicting forage quality by near infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Animal Science*, **43,** 889-897.

S.A.S., 1989. *SAS/STAT User´s Guide*, release 6.03 edition. Ed. Statistical Analysis System Institute Inc. Cary, Carolina del Norte, Estados Unidos.

SHENK, J.S.; WORKMAN, J.J.; WESTERHAUS, M.O., 1992. Application of NIR spectroscopy to agricultural products. En: *Handbook of Near Infrared Analysis*, Practical Spectroscopy Series, vol. 13 (Eds. Burns, D.A. & Ciurczak, E.W.), pp. 383-431. Marcel Dekker, Nueva York, Estados Unidos.

THEIL, H., 1966. *Applied Economic Forecasting*. North Holland Publishing Company, Amsterdam, Holanda.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; McALLAN, A.B.; FRANCE, J., 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, **48,** 185-197.

PREDICTION OF *IN VITRO* RUMEN FERMENTATION PARAMETERS BY NEAR INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY

SUMMARY

Near infrared reflectance spectroscopy was used to predict the rumen fermentation parameters measured by the *in vitro* gas production technique of 107 herbage samples obtained from permanent meadows of the mountain of León (Spain).

NIRS predicted well asymptotic gas production and dry matter disappearance. The prediction of other parameters (c, L, GP 24 h) was not so accurate, as whereas calibration statistics were satisfactory, those used for validation (SEP and RPD) were poorer. The statistics of validation were improved in all cases when a reference standard (alfalfa hay) was included in all the incubations and used to correct observed gas production values for the likely variations between incubation runs. Using only data from samples incubated in a single batch improved significantly the validation statistics. In conclusion, the accuracy of prediction of fermentation parameters may be affected by differences among incubation batches and by the representativeness of the samples included in the calibration set. Any improvement in the precision of estimation of gas production parameters will enhance their prediction by NIRS.

Keywords: meadow, nutritive value, near infrared spectroscopy, ruminal degradability.

ESTUDIO COMPARATIVO DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN ALMIDÓN EN ENSILADOS DE MAÍZ

Soldado, O. Fernández, A. Martínez y B. De La Roza

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Medio Rural y Pesca. Apdo. 13. 33300 Villaviciosa. Asturias. (España).

Resumen

Con el propósito de encontrar una metodología analítica simple, rápida y económica alternativa a los tediosos métodos tradicionales de análisis de almidón, se compararon los resultados analíticos de 32 muestras (27 ensilados de maíz y cinco ensilados de maíz + soja) utilizando la metodología tradicional (método enzimático espectrofotométrico; MEN) y un moderno método electroquímico que minimiza el pretratamiento de la muestra reduciendo de forma significativa el tiempo de análisis (método enzimático electroquímico, MEL).

Posteriormente, se evaluó la posibilidad de utilización de ambas metodologías (MEN y MEL) como referencia para el desarrollo de ecuaciones de predicción por reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS).

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre el método MEN y el MEL ($p = 0,5673$). La ecuación de regresión entre ambos, mostró un coeficiente de determinación para la calibración de $R^2 = 0,998$ y un coeficiente de variación de 4,64 con valores residuales mínimos en todos los casos.

Las ecuaciones de calibración NIRS desarrolladas utilizando como valores de referencia los obtenidos con las técnicas objeto de estudio (MEN y MEL), presentaron estadísticos capaces de predecir con fiabilidad el contenido en almidón en ensilados de maíz, a pesar del limitado número de muestras utilizado para su desarrollo, siendo las calibraciones no estadísticamente diferentes entre sí.

Palabras clave: método enzimático espectrofotométrico, método enzimático electroquímico, NIRS, maíz.

Introducción

El estudio y la valoración nutritiva de los alimentos así como el conocimiento de las necesidades de los animales se hace necesario para conseguir un racionamiento equilibrado en la alimentación de los mismos. Es por tanto conveniente disponer de metodologías analíticas simples, rápidas y económicas que nos permitan determinar de manera rutinaria los parámetros químicos ó biológicos de interés para predecir la respuesta animal.

Centrándonos en la alimentación de rumiantes, el ensilado de maíz constituye una de las principales alternativas debido a su elevado aporte energético, el cual deriva de su alto contenido en

carbohidratos de reserva (azúcares solubles y almidón). El almidón del maíz forrajero, es degradado en el rumen en menor medida (70 %) y más lentamente que el procedente de otros cereales: 13,7 % h^{-1} para el almidón del maíz, frente al 21,1 % h^{-1} para el almidón de cebada (Tamminga *et al.*, 1989). El almidón no degradado en el rumen genera en el intestino un aporte de glucosa útil para economizar otros nutrientes glucogénicos y prevenir trastornos por exceso de la cetogénesis. Además, la degradación lenta favorece el mantenimiento del pH ruminal, el crecimiento de la microflora allí establecida y estimula la ingestión. Estas características adquieren especial relevancia en dietas con alto porcentaje de hierba o ensilado de hierba en la ración (Geerts y Den Kamp, 1993). De ahí que, el contenido en almidón del maíz forrajero en verde o ensilado, sea un parámetro importante a determinar en este tipo de forrajes.

Los métodos enzimáticos espectrofotométricos convencionales para la determinación de almidón (Salomonsson *et al.*, 1984), incluyen una primera fase de extracción e hidrólisis del analito y una tediosa segunda fase de reacción enzimática para conseguir la cuantificación de la glucosa libre.

Es por ello que se hace necesaria la puesta a punto de metodologías analíticas alternativas que nos permitan llevar a cabo la determinación de almidón con mayor rapidez y menor coste.

En este sentido, en los modernos métodos enzimáticos electroquímicos, tras la etapa de extracción e hidrólisis, una membrana con el enzima específico inmovilizado para la reacción permite cuantificar la glucosa de manera inmediata con una velocidad media de 120 muestras h^{-1} (YSI, 2000).

Ambos métodos, alcanzan mayor precisión que la determinación polarimétrica, en la que se mide el poder rotatorio del sustrato tras la extracción (RD 2257 de 25-11-94).

El objetivo de este trabajo ha sido comparar la respuesta dos métodos analíticos: ***enzimático espectrofotométrico*** y ***enzimático electroquímico***, para determinar de la forma más operativa el contenido en almidón en ensilados de maíz. Asimismo, se utilizaron ambos métodos como referencia para el desarrollo de ecuaciones de predicción por reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS), como herramienta de análisis alternativa por su rapidez de respuesta, fácil manejo y ser una tecnología limpia con el medio ambiente.

Materiales y métodos

Material vegetal:

Se seleccionaron 27 ensilados de maíz y cinco ensilados de maíz-soja en proporción variable entre 80-90 % de maíz y 20-10 % de soja, respectivamente, procedentes de diferentes localidades de Castilla-León y Asturias, tratando de representar variabilidad intrínseca en la población.

Las muestras fueron desecadas a 60ºC durante 24 h y posteriormente molidas con un tamiz de 0,75 mm.

Metodología analítica:

Método enzimático espectrofotométrico (MEN)

Sobre la población anterior se determinó, por duplicado, el contenido en almidón siguiendo el procedimiento descrito por Salomonsson *et al.* (1984). Para ello, de cada muestra se pesaron 5 repeticiones de 0,1 ± 0,0001 g en tubos de pyrex de 20 mL. En todos ellos se añadieron 9 mL de disolución tampón ácido acético/acetato sódico 0,2 mol L^{-1} de pH 4,7 y se incubaron durante 4 horas a 100 ± 1 ºC. En esta etapa *"gelatinización"* tiene lugar la extracción y posterior ruptura de la estructura cristalina y la hidratación de los gránulos de almidón. En una segunda fase *"hidrólisis"*, a tres de los cinco tubos se añadió el enzima amiloglucoxidasa y se incubaron a 50ºC en baño termostático con agitación durante 18 horas para conseguir la hidrólisis completa de las moléculas de almidón. Los otros dos tubos se utilizaron para determinar la cantidad de glucosa libre que

contiene la muestra. Tras esta etapa, se ejecutó una dilución inicial de las muestras previamente hidrolizadas, seguida de la adición de las soluciones enzimáticas correspondientes para el desarrollo del color y finalmente una incubación a 35ºC durante 45 minutos previamente a la realización de la medida espectofotométrica.

Método enzimático electroquímico (MEL)

Se utilizó el analizador bioquímico electroquímico YSI 2700, con la membrana 2365 específica de dextrosa. Tras la *gelatinización* e *hidrólisis* previa del almidón presente en las muestras, como en el caso anterior, se procedió al análisis inmediato de las mismas. La oxidación de la glucosa tiene ahora lugar de forma automática en la membrana selectiva y el peróxido de hidrógeno, pasa a través de una membrana de acetato de celulosa a un electrodo de platino, donde se produce una señal eléctrica proporcional a la concentración del sustrato. Las condiciones de optimización del equipo empleadas fueron: volumen de muestra 65 ?L, patrón de calibración 2,5 g L^{-1} y tiempo de medida 20 s.

Calibraciones NIR

Los espectros fueron recogidos por duplicado como log 1/R, siendo R la medida de la reflectancia, en un equipo 5000 FOSS NIRSystem, provisto de monocromador de barrido continuo con rango de lectura de 1100 a 2500 nm. Como tratamiento quimiométrico se empleó el modelo de regresión por mínimos cuadrados modificados (MPLS) del paquete estadístico WINISI 1.05 (ISI, 2000). Las calibraciones para predicción del contenido en almidón por NIR, según los dos métodos de referencia, fueron desarrolladas utilizando *"Standard Normal Variate and Detrend"* (SNVD), según Barnes *et al.* (1989) y la segunda derivada de los espectros.

Análisis estadístico

Se consideró un modelo factorial de análisis de varianza, seguido de análisis de regresión (SAS, 1990).

Resultados y discusión

Al nivel de significación establecido (P<0,001), el análisis de varianza no muestra diferencias significativas entre el método MEN y el MEL (p=0,5673). Los valores medios obtenidos para el contenido en almidón fueron de 22,04 ± 0,57 % para MEN y 21,58 ± 0,57 % para MEL, respectivamente.

La ecuación de regresión entre ambos métodos, forzando su paso por el origen de coordenadas, muestra un coeficiente de determinación para la calibración de R^2= 0,998 y un coeficiente de variación de 4,64, hallándose elevada concordancia en todos los casos (ver figura 1), siendo la suma de residuales de 1,91 unidades porcentuales.

Atendiendo a los resultados obtenidos, se desarrollaron de forma paralela ecuaciones de calibración NIR para la predicción del contenido en almidón en dichos ensilados de maíz, por ser una tecnología precisa y reproducible para el análisis cualitativo y cuantitativo en productos agroalimentarios habitualmente utilizada para análisis de rutina en el Laboratorio de Nutrición animal del SERIDA. Se utilizaron para su desarrollo como valores de referencia los obtenidos con las técnicas objeto de estudio (MEN y MEL), a fin de determinar si la sustitución de valores MEN por MEL implica pérdida de precisión. Los estadísticos de estas ecuaciones se muestran en la tabla 1.

Además de elegir el modelo que minimice los errores de estimación y explique la mayor variabilidad de la población, para decidir si una ecuación de calibración es aceptable para su uso en predicción, se aplicaron dos nuevos estadísticos que recogen la influencia del error de validación cruzada sobre la desviación estándar de los datos de referencia (RPR) o el rango de los mismos (RER). Para que una ecuación sea considerada aceptable, estos coeficientes han de ser igual o superior a tres y diez, respectivamente (Williams y Sobering, 1996).

Figura 1: Correlación entre método enzimático (MEN) y electroquímico (MEL).

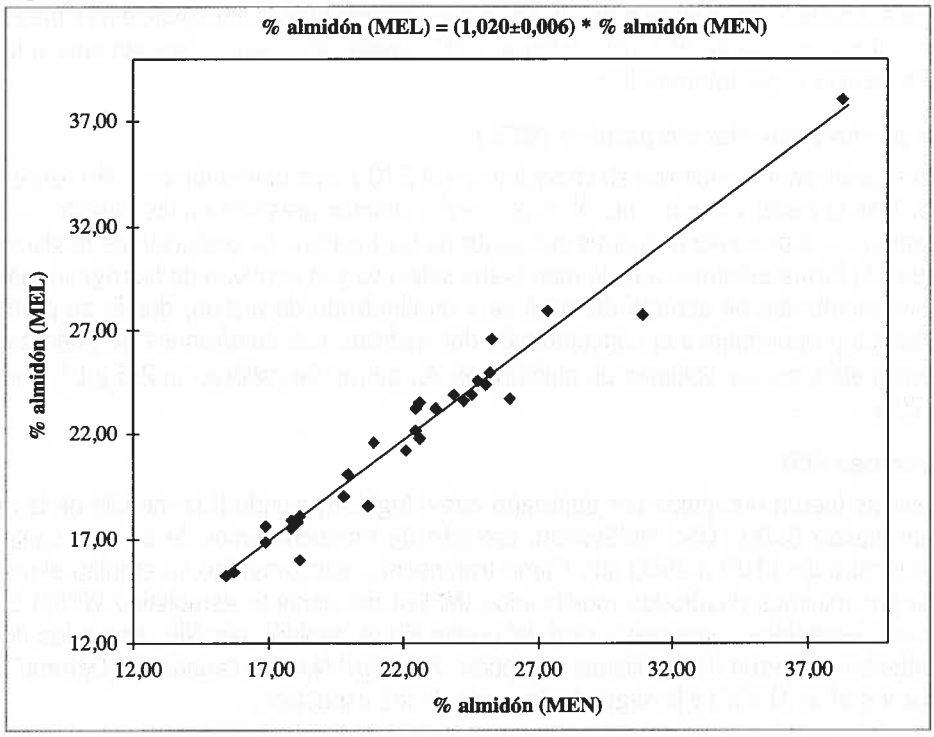


Tabla 1: Resultados estadísticos que definen las ecuaciones de calibración desarrolladas para almidón (%) según método analítico.

	Media	Rango	DE	T	SEC	R^2C	SECV	1-VR	RPR	RER
MEN	21,47	15,46-30,96	3,807	6	0,825	0,953	1,131	0,911	3,37	13,70
MEL	20,98	15,13-27,91	3,715	6	0,954	0,934	1,227	0,891	3,03	10,42

DE: Desviación estándar; **T**: Número de términos de la ecuación en PLS; **SEC**: Error estándar de calibración; **R^2C**: Coeficiente de determinación de la calibración; **SECV**: Error estándar de validación cruzada; **1-VR**: Coeficiente de determinación de la validación cruzada; **RPR**: DE/SECV; **RER**: Rango/SECV.

A la vista de los resultados mostrados en la tabla 1, ambas ecuaciones presentan estadísticos capaces de predecir con fiabilidad el contenido en almidón en ensilados de maíz, a pesar del limitado número de muestras utilizado para su desarrollo.

Las mínimas diferencias observadas a favor de la ecuación desarrollada con los datos de referencia del método MEN, se deben fundamentalmente al menor error de laboratorio de éste frente al método MEL (0,50 vs 0,57). De hecho, aplicando el concepto denominado "diferencias del 20%" (Windham *et al.*, 1989; Shenk *et al.*, 1992), las calibraciones no son estadísticamente diferentes, puesto que el error de la ecuación MEL se encuentra comprendido entre el $Error_{min}$ MEN y $Error_{min}$ MEN * 1,2.

Como era de esperar, dichos errores de validación cruzada son superiores a la repetibilidad de los métodos de referencia. No hay que olvidar que todo valor predictivo engloba el error del método primario, el error del propio instrumento de medida y el error del modelo quimiométrico elegido (Osborne *et al.*, 1993).

Conclusiones

Las ventajas de la técnica ***enzimática electroquímica*** en análisis de rutina son evidentes, especialmente cuando se compara con los tediosos métodos enzimáticos espectrofotométricos tradi-

cionalmente utilizados en los laboratorios de control. Es posible realizar con esta metodología (MEL) la determinación inmediata y automática de dextrosa, tras hidrólisis en 120 muestras $hora^{-1}$. Ello, constituye un ahorro económico y de tiempo de análisis comparado con la determinación espectrofotométrica enzimática utilizada habitualmente en los laboratorios de análisis.

Las ecuaciones NIRS, demuestran que el empleo de valores de referencia obtenidos con la técnica enzimática electroquímica (MEL), alcanzan la misma precisión que los procedentes del método tradicional (MEN).

Referencias bibliográficas

BARNES, R. J.; DHANOA, M. S.; LISTER, S. J., 1989. Standard normal variate transformation and de-trending of Near Infrared Reflectnace Spectra. *Applied Spectroscopy*, **43 (5)**, 772-777.

GEERTS, A.; DEN KAMP, T. OP, 1993. The impact of starch in silages maize. En: *The Places for Grass in Land Use Systems*. Ed.: British Grassland Society. University of Reeding. UK. 127-128.

ISI, 2000. ISI Windows Near Infrared Software. The complete software solution using a single screen for routine analysis, robust calibrations, and networking. Infrasoft International, LLC, Silver Spring MD, USA.

OSBORNE, B. G.; FEARN, T. A.; HINDLE, P. H., 1993. *Practical NIR spectroscopy with applications in food a beverage analysis*. Longman Scientific and Technical. Burnt Mill, Harlow Essex CM20 2JE. UK.

RD 2257 de 25-11-1994. BOE 2-03-1995. Métodos Oficiales de análisis de piensos o alimentos para animales y sus materias primas.

SALOMONSSON, A. C.; THEANDER, O.; WESTERLUND, E., 1984. Chemical characterization of some swdish cereal whole meal and brand factors. *Swdish J. Agric. Res.*, **14**, 111-117.

S.A.S., 1990. SAS/STAT User´s Guide. Ver. 6. Fourth Edition. SAS Institute Inc., North Caroline (USA).

SHENK, J. S.; WORKMAN, J.; WESTERHAUS, M., 1992. Application of NIR spectroscopy to agricultural products. En: *Handbook of Near-Infrared Analysis*. Ed.: D. A. Burns y E. M. Ciurzsac. Practical Spectroscopy series. **Nº 13**. Marcel Dekker, New York (USA). 383-431.

TAMMINGA, S.; ROBINSON, P. H.; VOGT, M.; BOER, H., 1989. Rumen ingesta kinetics of cell wall components in dairy cows. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, **25**, 89-98.

WILLIAMS P.; SOBERING, D., 1996. How do we do it: A brief summary of the methods we use in developing near infrared calibrations. En: *Near Infrared Spectroscopy: The future waves*. Ed. A.M.C. Davies y P. Williams. NIR Publications. Chichester, UK. 185-188.

WINDHAM, W. R.; MERTTENS, D. R.; BARTON II, F. E., 1989. Protocol for NIRS calibration: sample selection and equation development and validation. En: *Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS): Analysis of Forage Quality*. Ed.: G. C. Martens; J. S. Shenk y F. E. Barton II. UDSA-ARS. US Government Printing Office, Washintong, D. C. 96-103.

YSI, 2000. Application Note 306. Dextrose measurement in corn Syrup and other syrup products. YSI Incorporated. Ohio. USA. (http://www.YSI.com)

COMPARATIVE STUDY OF ANALITICAL METHODS TO DETERMINE STARCH CONTENT IN MAIZE SILAGES

SUMMARY

The aim of this work has been to achieve an easy, fast and cheap analytical method to quantify starch in animal feeds to replace those tedious conventionally used. In this vein, 32 samples (27 maize silages and 5 maize + soya silages) were analysed in order to determine their starch content using two different methodologies: one traditional (spectrophotometric enzymatic method, MEN) and other one novelty and specially interesting because of it minimizes sample preteatment, decreasing significatively the analysis time required (electrochemist enzymatic method, MEL).

In the same way, both, MEN and MEL were compared, as reference for NIRS calibrations equations developed to predict starch content in maize silages.

A good agreement between methods, MEN and MEL was found attending to statistical analysis (p=0.5673). The regression equation between MEN and MEL showed a very good correlation (R^2 = 0.998; CV =4.64). The sum of residuals was 1.91.

The statistics obtained for NIRS calibration equations developed using MEN and MEL as reference values, had the capability to predict satisfactorily starch content in maize silages, despite the limited number of samples used for this purpose. The equations were not statistically different.

Key words: enzymatic spectrophotometric method, enzymatic electrochemical method, NIRS, maize.

ECUACIONES PARA LA PREDICCIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD *IN VIVO* DE ENSILAJES DE MAÍZ: COMPOSICIÓN QUÍMICA Y MÉTODOS *IN VITRO*

G. Flores, A. González Arraez, J. Castro, P. Castro, M. Cardelle y L. Díaz Villamil

Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM) Apdo 10, 15080 A Coruña.

Resumen

Se estudia en este trabajo la capacidad predictiva de ecuaciones de regresión basadas en parámetros químicos y digestibilidad *in vitro* (métodos Tilley-Terry y fibra neutro detergente-celulasa) para la estimación de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica (DMO) de ensilajes de planta entera de maíz, utilizando una colección de 67 muestras evaluadas *in vivo* en el CIAM (media DMO 67,0% ±3,1) . El error mínimo de predicción de calibración (RSD_c) osciló entre ±2,9 a ±2,3 y ±2,8 a ±2,2 para los modelos que incluían parámetros químicos únicamente y digestibilidad *in vitro*, respectivamente, como predictores. Cuando se consideraron los ensilajes con contenidos de materia seca (corregida por pérdida de volátiles en estufa) superiores al 28% (n=47), los valores de RSD_c oscilaron entre ±2,6 a ±2,1 y entre ±2,7 a ± 2,2 para las ecuaciones basadas sólo en parámetros químicos y las que incluían digestibilidad *in vitro* como predictores. Se concluye que la inclusión de la digestibilidad *in vitro* en los modelos no mejora la precisión de estimación de DMO respecto de aquellos que utilizan únicamente la composición química de las muestras como predictores. En cualquier caso, la precisión de las estimaciones de DMO no es satisfactoria, debiendo estudiarse métodos alternativos a los expuestos.

Palabras clave: Métodos de laboratorio, maíz forrajero, digestibilidad de la materia orgánica.

Introducción

Aunque el valor nutritivo del ensilaje de maíz se considera relativamente constante, su digestibilidad y contenido energético puede variar debido tanto a factores intrínsecos de la planta (genotipo, estado vegetativo) como a condiciones de medio (localidad, año) entre otros (Deinum y Struick, 1988). La importancia creciente de este forraje en alimentación animal en Europa ha impulsado los estudios encaminados a desarrollar métodos de laboratorio para la predicción del valor nutritivo de la planta entera de maíz y, en particular, para predecir la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica (DMO) utilizando diversos parámetros químicos y bioquímicos como predictores, tanto para el caso de material fresco (Andrieu *et al.*, 1999) como ensilado (De Boever *et al.*, 1999).

En el Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM) se han iniciado desde 1997 evaluaciones de la digestibilidad *in vivo* de ensilajes de maíz que han permitido realizar estudios preliminares acerca de la utilidad de métodos de predicción de DMO basados en análisis de laboratorio (Flores *et al.*, 2002) y mediante Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (Castro *et al.*, 2001). En la actualidad, la colección de muestras de digestibilidad *in vivo* conocida existente en el CIAM se ha ampliado con nuevos valores procedentes de ensilajes realizados en diferentes localidades de Galicia y completada con análisis de digestibilidad enzimática por el método fibra neutro detergente-celulasa.

El propósito de la presente comunicación es la actualización de las ecuaciones de predicción de la digestibilidad *in vivo* de ensilajes de maíz, examinándose la capacidad predictiva de parámetros químicos y de la digestibilidad *in vitro* obtenida en laboratorio con inóculo ruminal y celulasas.

Material y métodos

Ensilajes de maíz

La colección de ensilajes de planta entera de maíz de digestibilidad *in vivo* conocida comprende 67 muestras de 20 genotipos diferentes de los ciclos FAO 200 a 400 cultivados en nueve localidades gallegas a lo largo de los años 1997 a 2001. Aproximadamente la mitad de las muestras proceden de explotaciones lecheras gallegas, siendo el resto obtenidas en distintos experimentos realizados en las provincias de Lugo y A Coruña. Los ensilajes de explotaciones ganaderas se recolectaron entre el 15 de septiembre y el 15 de octubre, mientras que los producidos experimentalmente se cosecharon entre la segunda semana de agosto y mediados de octubre (dos y diez semanas tras la floración femenina, respectivamente). De cada silo, transcurridos al menos 2,5 meses tras su realización, fueron extraídos unos 700 kg de forraje, ensacados en bolsas de plástico de 25-30 kg y congelados a -27 ºC hasta la evaluación *in vivo*.

Determinación de la digestibilidad *in vivo*

Las evaluaciones de cada muestra de ensilaje se realizaron utilizando la metodología descrita por Flores *et al.*, (2002), utilizando ovinos alimentados a un nivel próximo a mantenimiento con ensilaje de maíz como único alimento suplementado con 2,3 g de urea por kg de materia fresca. La desviación estándar de la media de cada evaluación fue utilizada para calcular el error de determinación medio de los coeficientes de digestibilidad de las muestras de la colección.

Análisis de laboratorio

El procedimiento de secado en estufa (80 ºC durante 16 h), molienda y posteriores determinaciones de materia seca (MS), cenizas (CZ), nitrógeno (N), fibra neutro detergente (FND), lignocelulosa (FAD) y energía bruta (EB) de las muestras del ensilaje ofrecido, rechazado (en su caso) y heces, así como el resto de los análisis realizados sobre las muestras de ensilaje (celulosa, CEL; lignina-permanganato, LAD; fibra bruta de Weende, FB; almidón, ALM y pH) se ajustó a lo descrito por Flores *et al.*, (2002), siendo analizada cada muestra, como mínimo, por duplicado. Sobre muestra seca y molida de los ensilajes se determinó la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DoTT) por el método de Tilley-Terry modificado por Alexander y McGowan (1969), utilizando inóculo procedente de dos vacas secas canuladas en rumen y la digestibilidad de la materia orgánica por el método fibra neutro detergente-celulasa (DoNDC) según el método de Riveros y Argamentería (1987), utilizando la celulasa Onozuka R-10 (de *Trichoderma viride*), art. 102 321 de Merck. Tanto la determinación de FND como DoNCD incluyó el uso de a-amilasa termoestable (sigma A3306).

Análisis estadístico

Se examinaron las relaciones entre los valores de digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica y las determinaciones de laboratorio (referidas, en su caso, a materia seca no corregida por pérdida de volátiles en estufa) mediante análisis de regresión linear simple y múltiple, precedida de un proceso de regresión paso a paso. La validación de los modelos predictivos se realizó mediante el procedimiento descrito por Flores *et al.*, (2002). Con anterioridad al estudio de regresión, se realizó un análisis de componentes principales para 10 variables posibles predictoras de DMO, siendo calculada la distancia generalizada de cada muestra al centro del espacio definido por los 10 ejes mediante la expresión $d_i=(S\ E^2_{ij})^{0,5}$, donde d_i es la distancia generalizada de la muestra **i** al origen y E_{ij} es la coordenada de la muestra **i** en el eje **j**. Examinadas aquellas muestras con distancia d>4, se descartaron para el estudio posterior dos de ellas, procedentes de silos experimentales que habían sufrido el deterioro de la cubierta durante el período de permanencia a la intemperie. Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el paquete estadístico SAS.

Resultados y discusión

Digestibilidad *in vivo*

En la Tabla 1 se indican los valores medios de digestibilidad *in vivo* de la materia seca (DMS), materia orgánica (DMO), energía (DE) y pared celular (DFND) de la colección de ensilajes de planta entera de maíz. El coeficiente de variación para los valores de digestibilidad de los tres primeros parámetros osciló entre 4,6 y 5,1%, siendo notablemente más elevado para la digestibilidad de la pared celular, que alcanzó el 17,2%. La precisión de la determinación de la DMO *in vivo* para el conjunto de las evaluaciones fue de 2,1 unidades porcentuales.

Tabla 1: Coeficientes de digestibilidad *in vivo* de la colección de ensilajes de maíz. (n=67 muestras).

Determinación	Media	s.d.	Máximo	Mínimo	c.v.
DMS (%)	65,22	3,33	73,28	56,08	5,11
DMO (%)	67,00	3,12	74,77	58,73	4,66
DE (%)	64,79	3,02	71,43	55,49	4,66
DFND (%)	51,84	8,95	67,61	32,79	17,27

DMS: digestibilidad *in vivo* de la materia seca; DMO: digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica; DE: digestibilidad *in vivo* de la energía; DFND: digestibilidad *in vivo* de la pared celular; s.d.: desviación estándar; c.v.: coeficiente de variación.

Análisis de laboratorio

En la Tabla 2 se muestran los valores medios, desviación estándar, rango y coeficiente de variación de los diferentes análisis de laboratorio efectuados para el total de la colección de muestras. El contenido en materia seca (corregido por pérdida de volátiles durante el secado en estufa según Dulphy y Demarquilly, 1981) varió entre 15,3 y 39,4 % reflejando el diferente estado de madurez de la planta en el momento de la cosecha. Considerando el nivel de MS como un indicador de la madurez de la planta, el aumento de la proporción de grano respecto del total de materia seca de la planta con el avance de la madurez causó un claro incremento (r=0,90) en el contenido de almi-

Tabla 2: Análisis de laboratorio de las muestras de ensilaje de planta entera de maiz.

Determinación	Media	s.d.	Máximo	Mínimo	c.v.
Digestibilidad in vitro de la materia orgánica (%)					
DoTT (método Tilley-Terry)	70,56	4,05	77,89	58,62	5,73
DoNDC (método FND-Celulasa)	63,68	5,38	72,36	45,76	8,45
Análisis químicos					
Energía Bruta (EB, MJ/kg MS)	18,71	0,48	20,28	17,86	2,56
Materia Seca (MS, %)	29,38	5,88	38,80	14,30	20,01
Materia Seca corregida[1] (MSc , %)	30,07	5,85	39,47	15,31	19,46
Cenizas (CZ, %MS)	4,03	0,88	7,72	2,91	21,95
Fibra Neutro Detergente (FND, %MS)	45,38	7,67	70,03	34,81	16,90
Fibra Acido Detergente (FAD, %MS)	27,75	5,22	45,94	21,09	18,81
Fibra Bruta de Weende (FB, %MS)	24,27	4,23	36,97	17,38	17,43
Celulosa (CEL, %MS)	22,20	4,28	37,54	17,00	19,30
Lignina (LAD, %MS)	5,18	1,21	8,57	2,98	23,47
Almidón (ALM, %MS)	24,09	9,77	36,15	0,50	40,55
Proteína Bruta (PB, %MS)	6,93	1,55	13,38	3,89	22,32
pH	3,81	0,24	4,70	3,40	6,19

[1] MS_c: materia seca corregida por pérdida de volátiles durante el secado en estufa (según Dulphy y Demarquilly, 1981); s.d.: desviación estándar; c.v.: coeficiente de variación.

don (rango 0,5-36,1 % MS) y un descenso especialmente marcado para FND, FAD, CEL y FB (r= -0,82; -0,80; -0,80 y -0,79 respectivamente), seguido de PB y CZ (r= -0,68 y –0,58 respectivamente) y LAD (r= -0,45). El contenido en energía bruta del ensilaje de planta entera (media 18,7 MJ/kg MS) no fue afectado significativamente por el incremento de MS.

El valor medio de DMO en nuestra colección (67.0 %), resulta ser inferior al referido por otros autores europeos. Así, De Boever *et al.*, (1999) y Andrieu *et al.*, (1999) para colecciones belgas (n=50) y francesas (n=150) indican valores medios de digestibilidad *in vivo* de planta entera de maíz (ensilada y fresca, respectivamente), de 74,7 y 72,1 %, respectivamente. Teniendo en cuenta la corrección por pérdida de volátiles durante el secado, mientras que los valores medios de FND (% MS) de dichas colecciones (44,0 y 46,7) son comparables al de la colección del CIAM (45,3 % MS), los valores medios de FAD (% MS) y, sobre todo, de LAD (% MS) de esta población superan claramente a los correspondientes valores referidos por aquellos autores (27,7; 23,9 y 23,2 para FAD; 5,1; 2,3 y 2,6 para LAD, colecciones CIAM, belga y francesa, respectivamente). Sin descartar los posibles efectos de los genotipos utilizados en los respectivos estudios, esta circunstancia podría poner de manifiesto la influencia de factores ambientales que motivasen una superior lignificación de la pared celular en áreas de cultivo más meridionales.

En la Tabla 3 se expone la matriz de correlaciones entre la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica y los diferentes parámetros analíticos estudiados, sin incluir en el análisis las dos muestras sospechosas de proceder de silos deteriorados. Considerando el resto de la colección (n=65), los valores de digestibilidad *in vitro* (DoTT y DoNDC) mostraron coeficientes de correlación (**r**) de +0,46 y +0,43 (p<0,001), respectivamente, con DMO, mientras que para los componentes de la pared celular el coeficiente de correlación osciló entre -0,35 para LAD y -0,29 para FB (p<0,05). La correlación negativa entre energía bruta y DMO (-0,31, p=0,01) se asocia con una superior intensidad de fermentación en las muestras de mayor contenido en humedad, unido a posibles pérdidas de constituyentes digestibles en el efluente. El poder predictivo de DoNDC y los componentes de la pared celular mejoraron ligeramente cuando se consideraron únicamente las muestras con MS>28 % (n=47), no siendo significativo, para este grupo, el coeficiente de correlación de la EB. Se destaca que los valores analíticos de DoTT fueron, por lo general, superiores a los correspondientes valores DMO, mientras que para DoNDC sucedió a la inversa. El poder predictivo de los dos métodos de digestibilidad *in vitro* estudiados es reducido y se mostró, en líneas generales, similar al de los parámetros analíticos de la pared celular (FAD, FND) cuando dichos parámetros se usan como únicos predictores. No obstante la digestibilidad enzimática FND-celulasa mostró cierta superioridad al respecto, comparado con el método Tilley-Terry, para las muestras con un contenido en materia seca corregido por pérdidas de volátiles en estufa (MS_c) mayor del 28 %.

Tabla 3: Matriz de correlaciones entre parámetros analíticos de ensilajes de planta entera de maíz y la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica (DMO).

		DoTT %	DoNDC %	MS %	FND %MS	FAD %MS	FB %MS	CEL %MS	LAD %MS	ALM %MS	PB %MS	EB MJ/kgMS
Todas las muestras	r	0,46	0,43	0,07	-0,31	-0,34	-0,29	-0,30	-0,35	0,07	0,17	-0,31
(n=65)	p	0,0001	0,0001	0,558	0,010	0,003	0,013	0,011	0,003	0,548	0,152	0,010
Muestras con	r	0,42	0,53	-0,12	-0,49	-0,52	-0,38	-0,42	-0,40	0,02	0,29	-0,16
MS_c[1]≥28% (n=45)	p	0,002	0,0001	0,384	0,0005	0,0001	0,008	0,003	0,004	0,880	0,047	0,256

[1] MS_c: materia seca corregida por pérdida de volátiles en estufa durante el secado (según Dulphy y Demarquilly, 1981); r: coeficiente de correlación; p: significación.

La Tabla 4 muestra los estadísticos de regresión para las ecuaciones que relacionan DMO y diferentes parámetros analíticos. Dichas ecuaciones se presentan en orden creciente de varianza explicada por el modelo en el proceso de validación cruzada (R^2_{cv}), indicándose además la varianza explicada en calibración (R^2_c) y los errores mínimos de predicción en ambos procesos (RSD_{cv} y

RSD_c, respectivamente). Se excluyen de esta relación aquellos modelos que resultaron no significativos (p>0.05) en el proceso de validación cruzada.

Tabla 4: Ecuaciones seleccionadas para la predicción de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica (DMO) de ensilajes de planta entera de maíz.

Ecuación de predicción de digestividad *in vivo* (DMO)	Calibración		Validación cruzada	
	R^2_c	RSD_c	R^2_{cv}	RSD_{cv}
Todas las muestras (n=65) DMO=67,07				
DMO=73,76 - 0,246 FAD	0,12**	2,95	0,06*	3,04
DMO=47,96 + 0,297 DoNDC	0,18***	2,84	0,13**	2,91
DMO=39,06 + 0,394 DoTT	0,23***	2,73	0,17***	2,81
DMO=69,99 - 0,416 FAD + 1,228 PB	0,33***	2,58	0,27***	2,67
DMO=36,19 + 0,377 DoNDC + 0,971 PB	0,34***	2,56	0,28***	2,64
DMO=28,16 + 0,465 DoTT + 0,868 PB	0,36***	2,50	0,30***	2,58
DMO=37,70 + 0,631 DoNDC - 0,375 MS	0,38***	2,49	0,32***	2,56
DMO=85,50 + 0,279 DoNDC + 1,280 PB – 2,410 EB	0,45***	2,40	0,37***	2,48
DMO=47,70 + 0,272 DoTT + 1,167 PB – 0,293 FAD	0,43***	2,35	0,37***	2,46
DMO=117,09 – 0,331 FAD + 1,566 PB – 2,764 EB	0,47***	2,33	0,40***	2,41
DMO=82,76 + 0,352 DoTT + 1,229 PB – 2,624 EB	0,48***	2,28	0,41***	2,37
Ensilajes con MS_c[1]> 28 (n=47) DMO=67,32				
DMO=38,81 + 0,398 DoTT	0,18**	2,73	0,10*	2,87
DMO=84,71 – 0,409 FND	0,24***	2,63	0,17**	2,72
DMO=81,51 – 0,562 FAD	0,27***	2,56	0,20**	2,66
DMO=37,32 + 0,454 DoNDC	0,28***	2,57	0,21**	2,66
DMO=27,42 + 0,472 DoTT + 0,935 PB	0,32***	2,50	0,22***	2,64
DMO=80,45 - 0,423 FND + 0,756 PB	0,34***	2,48	0,24***	2,62
DMO=32,64 + 0,457 DoNDC + 0,702 PB	0,36***	2,43	0,27***	2,56
DMO=77,41 – 0,651 FAD + 0,985 PB	0,44***	2,28	0,35***	2,41
DMO=38,60 + 0,445 DoTT + 1,033 PB – 0,438 FB	0,47***	2,23	0,36***	2,40
DMO=39,38 + 0,630 DoNDC - 0,421 MS	0,44***	2,27	0,37***	2,38
DMO=105,50 – 1,550 LAD – 0,715 FB – 0,452 MS	0,53***	2,11	0,46***	2,20

Significación del modelo: *** p<0,001; ** p<0,01; * p<0,05. [1] MS_c: materia seca corregida por pérdida de volátiles en estufa durante el secado (según Dulphy y Demarquilly, 1981).

Una forma de comparar la precisión de ecuaciones para estimación de DMO obtenidas por diversos autores es referir el error mínimo de predicción de aquellas a la desviación estándard (sd) de la variable dependiente de las poblaciones respectivas, de forma que un modelo sería tanto más preciso cuanto más reducido sea el ratio RSD_c/sd. En el trabajo de Andrieu *et al.*, (1999) se obtienen valores de 0,66 a 0,78 para dicho ratio en la estimación de DMO de planta entera de maíz utilizando parámetros químicos (fibra y lignina) y de 0.58 utilizando digestibilidad enzimática (pepsina-celulasa). De la publicación de De Boever *et al.*, (1999), referida a ensilajes de planta entera de maíz, se obtienen ratios de 0,61, 0,57 y 0,57 para los modelos que incluyen como predictores parámetros químicos (fibra y lignina), digestibilidad *in vitro* con inóculos ruminal y digestibilidad enzimática (pepsina-celulasa). La precisión de los modelos obtenidos en nuestro estudio es inferior a la referida por los anteriores autores, tanto en los modelos basados en parámetros químicos (ratio RSD_c/sd entre 0,67 a 0,94) como, particularmente, en los que utilizan digestibilidad *in vitro* con inóculo ruminal y digestibilidad enzimática (FND-celulasa) como predictores (ratios de 0,71 a 0,87 y de 0,72 a 0,91, respectivamente).

Conclusiones

La inclusión de los valores de digestibilidad *in vitro* (métodos Tilley-Terry y fibra neutro detergente-celulasa) en los modelos de predicción de DMO de ensilajes de planta entera de maíz no mejora substancialmente la precisión de las estimaciones comparada con la obtenida a partir de parámetros analíticos de determinación rutinaria (FAD, FND, LAD, PB y MS), por lo que a la vista de los resultados no se justificaría actualmente su inclusión en dichos modelos. El grado de precisión alcanzado en estas estimaciones no es satisfactorio, por lo que deben continuarse los trabajos de evaluación de métodos alternativos a los estudiados.

Agradecimientos

Trabajo realizado dentro del Proyecto PGIDT 50302PR de la Xunta de Galicia.

Referencias bibliográficas

ALEXANDER, R.H.; McGOWAN, M., 1969. The routine determination of *in vitro* digestibility of organic matter in forages. *Journal of the British Grassland Society*, **21**, 140-147.

ANDRIEU, J.; BARRIERE, Y.; DEMARQUILLY, C., 1999 . Digestibilité et valeur énergétique des ensilages de maïs: le point sur les méthodes de prévision au laboratoire. *INRA Prod. Anim.*, **12 (5)** 391-396.

CASTRO, P.; FLORES, G.; GONZALEZ-ARRAEZ, A; CARDELLE, M., 2001. Predicción del valor nutritivo de ensilados mediante NIRS. *Actas de la XLI Reunión científica de la SEEP*, 407-411. I Foro Iberoamericano de Pastos. Alicante (España), 23-27 Abril 2001.

DE BOEVER, J.L.; COTTYN, D.G.; DE BRABANDER, D.L..; VANACKER, J.M; BOUCQUÉ, CH.V., 1999. Equations to predict digestibility and energy value of grass silages, maize silages, grass hays, compound feeds and raw materials for cattle. *Nutrition Abstracts and Reviews. Series B: Livestock Feeds and Feeding*, **69 (11)**, 835-850.

DEINUM, B.; STRUICK, P.C., 1988. Genetic variation and digestibility of forage maize (*Zea Mays L.*) and its estimation by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). En: *Quality of silage Maize, Digestibility and Zootechnical Performance*, 1-20. Proc. Int. Sem. Center for Agricultural Research, Gembloux (Bélgica).

DULPHY, J.; DEMARQUILLY, C., 1981. Problèmes particuliers aux ensilages. En: *Prèvision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. Ed. INRA publications, 81-104. París (Francia).

FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A.; CASTRO, J.; CASTRO, P. y CARDELLE, M., 2002. Predicción de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica de ensilajes de maíz a partir de su composición química y digestibilidad *in vitro. XLII R eunión Científica de la SEEP*, 479-484. Lleida, (España).

RIVEROS, E.; ARGAMENTERÍA, A., 1987. Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica de forrajes. I Forrajes verdes. II Ensilados y pajas. *Avances en Producción Animal*, **12**, 49-58.

REGRESSION EQUATIONS TO PREDICT *IN VIVO* DIGESTIBILITY OF MAIZE SILAGES FROM CHEMICAL COMPOSITION AND *IN VITRO* METHODS

SUMMARY

Based on a population of 67 samples of whole plant silage maize of known *in vivo* organic matter digestibility (DMO, mean 67,0% ±3,1) the predictive ability of two *in vitro* methods (Tilley-Terry and neutral detergent fiber-cellulase) and chemical analysis for the estimation of DMO was compared. Prediction errors of calibration (RSD_c) ranged from ±2,95 to ±2,33 and from ±2,84 to ±2,28 for models including chemical composition parameters exclusively and *in vitro* digestibility values, respectively, as independent variables. When considering only silages with dry matter content higher than 28 % (n=47), RSD_c values ranged from ±2,63 to ±2,11 and from ±2,73 to ±2,27 for the equations based in chemical composition and those including *in vitro* digestibility values, respectively. It was concluded that *in vitro* methods did not perform better than selected chemical parameters as whole plant silage maize DMO predictors. In any case, precission of the estimations is not deemed satisfactory and alternative methods must be investigated.

Key words: Laboratory methods, forage maize, organic matter digestibility.

DIFERENCIAS ENTRE CONTENIDO EN PRINCIPIOS NUTRITIVOS Y METABOLITOS DE FERMENTACIÓN DE ENSILADOS DE HIERBA Y RAIGRÁS ITALIANO PROCEDENTES DE EXPLOTACIONES ASTURIANAS.

A. Martínez,[1] O. Fernández,[1] A. Soldado,[1] M. Peláez,[2] S. Modroño,[1] R. Galiano,[1] A. Méndez,[1] G. Anda De,[1] B. Roza De La[1] y A. Argamentería[1]

[1] Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Medio Rural y Pesca. Apdo. 13. 33300 Villaviciosa. Asturias. (España).
[2] Sociedad Asturiana de Servicios Agropecuarios S. L. (ASA). 33199. Granda. Asturias.

Resumen

Con el objeto de comprobar si la mayor ensilabilidad del *Lolium multiflorum* (raigrás italiano) frente a la de la hierba de prados y praderas, se traducía en una mejor calidad nutritiva y de conservación de sus ensilados, se contrastó el contenido en principios nutritivos y en metabolitos de fermentación de 119 muestras de ensilado de raigrás italiano (ER) y 67 de ensilados de hierba de prado o pradera (EH), procedentes de explotaciones asturianas.

Los ER presentaron un promedio general de calidad nutritiva y fermentativa superior a los EH, a excepción de un menor contenido en ácido acético. La relación láctico/acético en EH se incrementó con la materia seca hasta un 30 % de ésta y luego se redujo, y, siempre disminuyó al aumentar la proteína. Para los ER, esta relación fue independiente de la materia seca y se incrementó hasta un 13 % de proteína bruta sobre materia seca para luego disminuir. Sin embargo, presentaron una variabilidad muy superior a la de los EH, lo que limita el uso del concepto de ensilabilidad en el plan de mejora de la calidad de ensilados de pratenses en el Norte de España.

Palabras clave: Pratenses, ensilado, composición química, metabolitos de fermentación.

Introducción

A pesar de la creciente importancia del ensilado como base de la alimentación del ganado en zonas húmedas (Wilkinson *et al.*, 1996), persisten aún muchos casos de mala calidad nutritiva y fermentativa en los forrajes conservados en el Norte de España, que en ocasiones va unido a bajos contenidos en energía y proteína, con muy baja ingestión voluntaria (Roza de la *et al.*, 1991; Bravo *et al.*, 1994; Villar *et al.*, 1994; Martínez *et al.*, 1999). Si bien son muchos los factores que condicionan dicha calidad, el tipo y régimen de aprovechamiento, la composición química y botánica, y el estado de madurez del forraje entre otros, son factores que determinan su aptitud para ser ensilada (Martínez, 1994).

Piñeiro *et al.*, (2001) establecen que la semilla más usada en la siembra de praderas en el Norte de España es la del *Lolium multiflorum* (raigrás italiano; cultivo forrajero anual o pradera de corta duración), seguida por la del *Lolium perenne* (raigrás inglés; pradera de mayor duración). En Asturias, los prados, son de composición botánica muy compleja (47 – 70 especies) según Llana

(1991), pero desde luego, no predomina en ellos el raigras italiano. Estudios realizados por Martínez (1994), demuestran que la ensilabilidad de esta especie es superior a la del raigrás inglés y, la de ambos, superior a la del *Dactylis glomerata* (dactilo), lo que evidentemente implicaría distintas aptitudes para ensilar entre la hierba de prados o praderas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea la siguiente cuestión: ¿Se refleja la mayor ensilabilidad del raigrás italiano en una mayor calidad nutritiva y fermentativa de sus ensilados con respecto a los de hierba de prado y pradera de larga duración?.

El objetivo del presente trabajo es responder a la pregunta anterior, mediante comparación de resultados de análisis de principios nutritivos y metabolitos de fermentación de muestras de ensilados de hierba y raigrás italiano procedentes de explotaciones asturianas.

Material y métodos

A lo largo del año 2002, sobre dos poblaciones constituidas por 119 muestras de ensilados de raigrás italiano (ER) y 67 de ensilados de hierba de prados y praderas (EH), respectivamente y recogidas por la Sociedad Asturiana de Servicios Agropecuarios (ASA) en distintas localizaciones de Asturias para su posterior utilización en asesoría nutricional, se efectuó el análisis rutinario de: MS (24h, 60ºC); MS final y cenizas (CEN) según Van der Meer (1983); Proteína bruta (PB) como N Kjeldahl x 6,25, según TECATOR (1995); fibra neutro detergente (FND, Van Soest *et al.*, 1991); digestibilidad enzimática de la materia orgánica (De, Riveros y Argamentería, 1987) y pH medido con electrodo de penetración. A un subconjunto seleccionado al azar, se añadieron las determinaciones de fibra ácido detergente (FAD, Goering y Van Soest, 1970); fibra bruta (FB, AFNOR, 1981) y varios parámetros fermentativos. Para éstos, una alícuota de la muestra de ensilado fue prensada y sobre el jugo centrifugado y filtrado, se determinó el nitrógeno amoniacal (NNH_3) con el test comercial SPECTROQUANT de MERCK; los ácidos grasos volátiles acético (ACE), propiónico (PRO) y butírico (BUT) y ácido láctico (LAC), por cromatografía líquida de alta resolución (columna Shodex Ropak KC-811).

Se contrastó la igualdad de varianzas y medias entre ambas poblaciones de ensilados mediante los estadísticos F de Snedecor y T de Student. A continuación, se estableció la relación entre metabolitos de fermentación y principios nutritivos mediante análisis de covarianza, considerando estos últimos como covariables en interacción con el factor de efecto fijo "tipo de ensilado" (hierba o raigrás italiano). El paquete estadístico usado fue: SAS (1990).

Resultados y discusión

Véanse los valores centrales y de dispersión de ambas poblaciones en la Tabla 1. Hay diferencias de forma consistente en las medias de FND, FAD, FB, De y LAC a favor del raigrás italiano, pero la de ACE está en contra del mismo.

Llama particularmente la atención el que la variabilidad de los resultados para los ensilados de raigrás italiano supere a la de los de hierba para muchos parámetros. Era de esperar lo contrario, tratándose de una sola especie que además compite muy bien con las adventicias, frente a la complejidad botánica de los prados y la mayor facilidad de invasión de la pradera de raigrás inglés, raigrás híbrido y trébol blanco. Sólo para el caso del NH_3, se da una menor variabilidad dentro de los ensilados de raigrás italiano.

Según Martínez (1994), la ensilabilidad del raigrás italiano, del raigrás inglés y del dactilo incrementa con las semanas de crecimiento, en el sentido de que, si bien el contenido en azúcares es independiente de la edad de la planta, la materia seca aumenta y la capacidad tampón disminuye a medida que las especies se van embasteciendo. Hay, por tanto, una correlación inversa entre este último parámetro y el contenido en FND.

Tabla 1: Principios nutritivos y metabolitos de fermentación de ensilados de hierba (EH) y raigrás italiano (ER) procedentes de explotaciones asturianas. Medidas centrales y de dispersión y su significación estadística.

TIPO		% MS	%MS CEN	%MS PB	%MS FND	%MS FAD	%MS FB	%MS De	pH	%MS LAC	%MS ACE	%MS PRO	%MS BUT	% sobre N total NNH3	LAC/ACE
EH	MIN	15,90	6,57	5,99	38,50	25,62	21,31	33,4	3,54	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45
	MAX	40,90	18,51	20,75	74,40	42,41	38,69	80,4	5,85	10,35	5,70	0,79	8,81	32,88	11,67
	X	27,05	12,39	12,09	56,60	34,47	30,46	55,8	4,53	3,52	1,17	0,07	2,49	2,82	4,02
	n	67	67	67	67	61	64	67	67	63	63	63	63	55	62
	DE	6,20	2,34	3,48	8,04	3,98	3,55	11,1	0,46	2,03	0,96	0,15	2,05	7,51	2,54
ER	MIN	15,30	7,26	5,41	33,64	22,61	17,37	44,5	3,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
	MAX	52,50	23,58	24,53	68,90	40,32	36,70	90,6	5,96	11,42	7,27	1,45	8,73	26,98	29,56
	X	28,07	13,03	13,10	51,63	31,88	28,96	64,5	4,59	4,47	1,65	0,12	2,31	2,29	4,85
	n	119	119	119	119	116	118	119	119	56	56	56	56	118	55
	DE	7,84	3,08	3,60	6,86	3,47	3,60	9,2	0,49	2,64	1,41	0,25	2,47	5,72	5,14
Prob F		0,04	0,01	0,77	0,14	0,21	0,92	0,08	0,60	0,04	0,00	0,00	0,16	0,02	0,00
Prob T		0,33	0,12	0,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,39	0,03	0,04	0,28	0,65	0,65	0,28

MS: Materia seca; **CEN**: cenizas; **PB**: Proteína bruta; **FND**: Fibra neutro detergente; **FAD**: Fibra ácido detergente; **FB**: Fibra bruta; **De**: Digestibilidad enzimática de la materia orgánica; **pH**: Acidez; **LAC**: Ác. láctico; **ACE**: Ác. acético; **PRO**: Ác. Propiónico; **BUT**: Ác. Butírico; **NNH3**: Nitrógeno amoniacal en % sobre N total; **LAC/ACE**: Relación entre ácido láctico y ácido acético. **MIN**: valor mínimo; **MAX**: valor máximo; **X**: valor medio; **n**: nº de muestras; **DE**: desviación estándar.

En atención a este hecho, se consideró procedente examinar si había una relación entre LAC y FND y si era similar o no entre ambas clases de ensilados. Véanse al respecto las figuras 1 y 2. En efecto, el ácido láctico tiende a disminuir a medida que aumenta la FND, en concordancia con los resultados de Martínez (1994), ya que, la menor capacidad tampón requirió menor génesis de ácido láctico para alcanzar el pH de estabilidad. Este hecho, se produce de forma más acusada en los EH. No obstante, resulta de mucha más importancia la mayor dispersión de valores que se da en ER para cualquier nivel de FND.

Figura 1: Relación entre fibra neutro detergente (FND) y ácido láctico (LAC) en ensilados de hierba (EH).

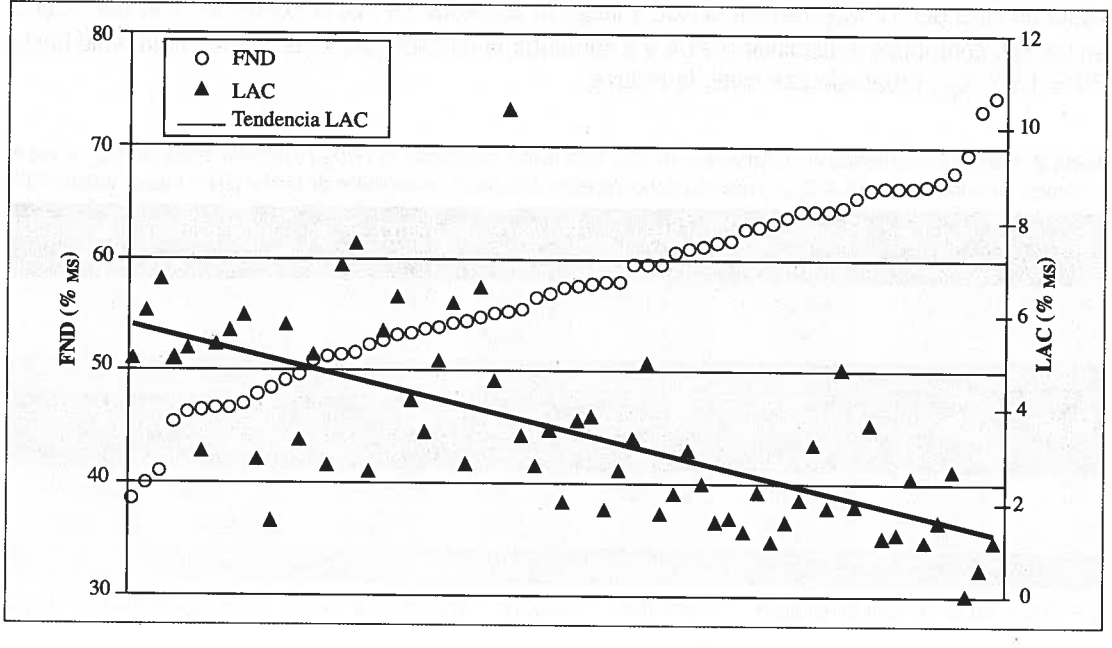
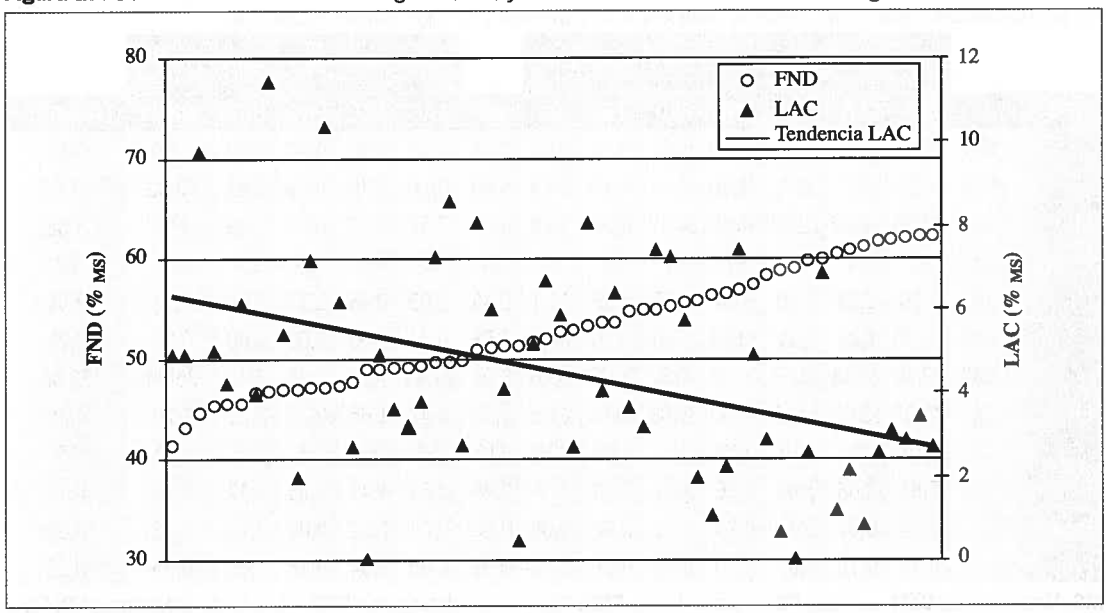


Figura 2: Relación entre fibra neutro detergente (FND) y ácido láctico (LAC) en ensilados de raigrás italiano (ER).



Dadas las diferencias en calidad nutritiva observadas en la Tabla 1, se efectuó un análisis de covarianza para establecer la relación entre metabolitos de fermentación y los principios nutritivos, según clases de ensilado (ER y EH), covariables MS, FND, PB, MS^2, FND^2 Y PB^2 e interacciónes clase de ensilado x covariable. Sólo se obtuvieron efectos significativos para el ácido acético, la relación láctico/acético y NNH_3. Para los dos primeros véase la Tabla 2.

Dicha relación es diferente entre EH y ER.

En EH, la MS, al incrementar hasta un 30 %, contribuye a disminuir el ácido acético y a elevar la relación láctico/acético.

En ER, el contenido en acético y la relación láctico/acético son independientes de la MS. La FND, hasta un nivel del 57 $\%_{MS}$, reduce el ACE y luego lo aumenta. La PB, al contrario de lo que ocurre en los EH, contribuye a disminuir el ACE y a aumentar la relación LAC/ACE. Esto último, sólo hasta PB = 13,2 $\%_{MS}$; rebasado ese nivel, la reduce.

Tabla 2: Efectos del contenido en materia seca (% MS), fibra neutro detergente (% FND_{MS}) y proteína bruta (% PB_{MS}) sobre el contenido en ácido acético (% ACE_{MS}) y relación láctico/acético (LAC/ACE) en ensilados de hierba (EH) y raigrás italiano (ER).

ACE =	$(40.1^{**}+\Delta_1)$ +	$(0.05^{n.s}+\Delta_2)MS$ +	$(-1.14^{*}+\Delta_3)FND$ +	$(-1.26^{***}+\Delta_4)PB$ +	$(-0.002^{n.s}+\Delta_5)MS^2$ +	$(0.0101^{*}+\Delta_6)FND^2$ +	$(0.050^{***}+\Delta_7)PB^2$
EH:	$\Delta_1 = -29{,}1^{*}$	$\Delta_2 = -0{,}65^{***}$	$\Delta_3 = +1{,}09^{*}$	$\Delta_4 = +1{,}34^{***}$	$\Delta_5 = +0{,}012^{***}$	$\Delta_6 = -0{,}010^{*}$	$\Delta_7 = -0{,}05^{***}$
ER:	$\Delta_1 = 0$	$\Delta_2 = 0$	$\Delta_3 = 0$	$\Delta_4 = 0$	$\Delta_5 = 0$	$\Delta_6 = 0$	$\Delta_7 = 0$
R2 = 0,52 ; r.m.s.e. = ± 0,89 ; p < 0,0001							
LAC/ACE =	$(-84{,}2t+\Delta_1)$ +	$(-0{,}40^{n.s}+\Delta_2)$ MS +	$(2{,}66^{n.s}+\Delta_3)$ FND +	$(4{,}22^{***}+\Delta_4)$ PB +	$(0{,}012^{n.s}+\Delta_5)$ MS^2 +	$(-0{,}027^{n.s}+\Delta_6)$ FND^2 +	$(-0{,}16^{***}+\Delta_7)$ PB^2
EH:	$\Delta_1 = +82{,}7^{n.s.}$	$\Delta_2 = +1{,}29^{t}$	$\Delta_3 = -2{,}68^{n.s.}$	$\Delta_4 = -4{,}27^{**}$	$\Delta_5 = -0{,}027^{*}$	$\Delta_6 = +0{,}026^{n.s.}$	$\Delta_7 = +0{,}15^{*}$
ER:	$\Delta_1 = 0$	$\Delta_2 = 0$	$\Delta_3 = 0$	$\Delta_4 = 0$	$\Delta_5 = 0$	$\Delta_6 = 0$	$\Delta_7 = 0$
R2 = 0,31 ; r.m.s.e. = ± 3,51 ; p < 0,0001							

Δ_i = Efecto fijo de la clase de ensilado; ***: p≤0,001; **: p≤0,01; *: p≤0,05; t: p ≤ 0,10; ns: no significativo, p > 0,10.

En cuanto al NNH_3, en ensilados de hierba desciende con la PB hasta un 11,5 $\%_{MS}$ de ésta y luego aumenta (EH x PB = - 3,91, p = 0,042; EH x PB^2 = 0,17, p = 0,012). En ensilados de raigrás italiano no hay ningún efecto significativo.

El diferente comportamiento observado entre ambas clases de ensilado es imputable por un lado, a diferencias en la influencia de la prehenificación y, por otro, a la evolución de la ensilabilidad de los respectivos forrajes de partida, en lo que atañe a estimular la fermentación láctica y restringir la acética. También está la posibilidad de una microflora epifita muy diferente entre las dos poblaciones. Por último, hay que tener en cuenta que son de esperar sensibles discrepancias en la proporción proteína verdadera / nitrógeno no proteico, así como en la naturaleza de ambos, entre hierba y raigrás italiano.

Indudablemente, existen fuentes de variación no controladas. Probablemente no existan diferencias de ensilabilidad entre variedades comerciales de raigrás italiano. Tampoco en lo relativo a maquinaria (casi todas las explotaciones tienen la misma para ambos forrajes), ni a la modalidad de ensilado (predominio de rotopacas), ni al uso de aditivos (siempre mínimo). Sin embargo, cabe la posibilidad de que al ser el raigrás italiano objeto de cortes más tempranos, sujetos a una mayor variabilidad climatológica, ésta afecte mucho a la calidad del forraje obtenido.

Conclusiones

La mayor ensilabilidad del raigrás italiano frente a la hierba de prados y praderas se tradujo en un mayor promedio de fermentación láctica de sus ensilados y en unas relaciones más favorables entre principios nutritivos e indicadores de calidad fermentativa, pero no frenó la fermentación acética, que resultó de promedio superior a la de los ensilados de hierba. A la vista de los resultados, parece que no basta la mera aplicación del concepto de ensilabilidad en un plan de mejora de calidad de ensilados de pratenses en el Norte de España.

Referencias bibliográficas

AFNOR, 1981. Cellulose Brute, Methode CCE 4eme Directive Norme NF V 03-.040. En : *Aliments des Animaux. Méthodes d'analyse*. Ed. AFNOR.

BRAVO, M. V.; NAFARRATE, I.; URCELAY, I., 1994. Evolución de la calidad de ensilados de hierba en la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 335-361.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J., 1970. Forage Fiber Analices (Apparatus Reagents, Procedures and some applications). *Agriculture Handbook* **Nº 379**. Agriculture Research Service. Unite States Department of Agriculture.

LLANA, G., 1991. *Composición y estructura de comunidades pratenses en un área de la Cornisa Cantábrica: Incidencia del ambiente y manejo*. Tesis Doctoral. 118 pp. Universidad de Oviedo. (España).

MARTÍNEZ, A., 1994. Evolución de la aptitud para ensilar de las especies pratenses: *Lolium perenne, Lolium multiflorum y Dactylis glomerata*. Seminario de investigación. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. 25 pp. Universidad de Oviedo. (España).

MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A.; ROZA, B. de la (1999). Principios nutritivos y fermentativos de ensilados de hierba en función del tipo de pradera y del aditivo empleado en su elaboración. Poder contaminante de los efluentes generados. *Pastos*. **XXIX (2)**, 171-188.

PIÑEIRO, J.; DÍAZ, N.; PÉREZ, M., 2001. Raigrás italiano. *Agricultura*, **828**, 437-443.

RIVEROS, E. ; ARGAMENTERIA, A., 1987. Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. I. Forrajes verdes. II. Henos. III. Ensilados y pajas. *Avances en Producción Animal*, **12**, 49-75.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J., 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. En: *The Analysis of Dietary Fibre of Food*. 123-158. Ed: W. P. J James.; O. Theader. Dekker. New York. 123-158.

ROZA, B. de la; MARTINEZ, A.; ARGAMENTERIA, A.; CORNEJO, E. S., 1991. Calidad nutritiva de los ensilados de la comunidad autónoma asturiana. *Actas de la XXVI Reunión Científica de la Sociedad Ibérica de Nutrición Animal*, 241-252.

S.A.S., 1990. *SAS/STAT User´s Guide*. Ver. 6. Fourth Edition. SAS Institute Inc. North Caroline (USA).

TECATOR, 1984. *Application Note, ASN 50-04/84. Determination of ammonia nitrogen in water by flow injection analysis and gas diffusion*. Perstoorp Analytical. Sweden.

TECATOR, 1995. *Application Note, AN 300. The determination of nitrogen according to Kjeldahl using block digestion and steam destillation*. Perstoorp Analytical. Sweden.

VAN DER MEER, J. M., 1982. C.E.C. *Workshop on methodology of feedingstuffs for ruminants. European in vitro Ringtest*. Manual. 28 pp. Inst. Voor Veevoedingsonderzoek (I.V.V.O.), The Netherlands.

VAN DER MEER, J. M., 1983. C. E. C. *Workshop on methodology of feedingstuffs for ruminants. European in vitro Ringtest Statistical Report*. Concept Report 155. 36 pp. Ins. Voor Veevoedingsonderzoek (I. V.V.O), The Netherlands.

VAN ES, A. J. H.; VAN DER MEER, J. M., 1980. *Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals*. Institue for Livestock Feedeing and Nutrition Research Delystad. 6-74. The Netherlands.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B.A., 1991. Methods for dietary, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dayry Science*, **74**, 3583-3597.

VILLAR, A.; GARCIA, J. A.; FERNANDEZ, B.; ZAMORANO, P.; IGLESIAS, L.; ALFAGEME, L. A.; BUSQUE, J., 1994. Presencia de bacterias butílicas en la leche y su relación con el consumo y manejo de ensilados en la explotación. *Actas de la XXXIV Reunión Científica para el Estudio de los Pastos*, 397-401.

WILKINSON, J. M.; WADEPHUL, F.; HILL, J., 1996. En: *Silage in Europe. A survey of 33 countries*. Chalcombe Publications. 154 pp. UK.

DIFFERENCES BETWEEN NUTRITIVE VALUE AND FERMENTATIVE PARAMETERS ON BOTH, GRASS AND ITALIAN RYEGRASS SILAGES FROM ASTURIAS FARMS

SUMMARY

The aim of this work has been to check the differences on nutritive quality and fermentative parameters between grass (EH) and italian ryegrass silages (ER), according their ensilability characteristics. For this purpose, 119 italian ryegrass silages and 67 grass silages from different Asturias farms were analysed.

The ER showed better nutritive and fermentative quality than EH, excepting for acetic acid content. The ratio between lactic and acetic acids in EH increased with the dry matter content until 30 %, decreasing afterwards. This ratio always decreased when crude protein values increased. For ER the lactic/acetic ratio was independent of dry matter content and increased when the crude protein values were lower than 13 % as dry matter.

However, the ER variability was upper than EH. This fact, limits the use of ensilability concept in order to improve the silages quality in the North of Spain.

Key words: sward, silage, chemical composition, fermentative parameters.

ARMONIZACIÓN Y GESTIÓN CONJUNTA EN ESPAÑA DE LA INFORMACIÓN SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE LOS PASTOS: PROGRAMA CALIFA

A. Gómez Cabrera, V. Fernández,[1] J.E. Guerrero y A. Garrido

Dpto. de Producción Animal. ETSIAM. Universidad de Córdoba, pa1gocaa@uco.es
[1] Dpto. de Ciencias Agroforestales. EUITA. Universidad de Sevilla.

Resumen

Se describen las actividades desarrolladas para la creación de un Banco Nacional de Datos sobre la composición y el valor nutritivo de los alimentos para los animales utilizados en España y, en particular, sobre los pastos españoles. Los programas de gestión realizados (CALIFA), cuyo uso se ofrece a la comunidad científica y técnica, incluyen sistemas para la clasificación y codificación de los pastos, que deberían gozar de una aceptación generalizada por parte de los usuarios, y que se ofrecen para su debate.

Palabras clave: Banco de Datos, gestión información, composición alimentos.

Introducción

Hoy día, tan importante como disponer de información sobre el valor nutritivo de un alimento, es el que dicha información se localice fácilmente. Sin embargo, salvo que la información esté recogida en unas tablas y/o bases de datos de composición de los alimentos, el uso de la misma suele ser mínimo.

En España son escasas las Tablas que recogen el valor nutritivo de los alimentos que se utilizan en nuestra cabaña ganadera. Entre ellas cabe citar las publicadas por el MAPA, en colaboración con la Confederación Española de Fabricantes de Piensos Compuestos y AINPROT (MAPA, 1984) y, especialmente, las publicadas por FEDNA (Blas et al, 1999) que por su origen y contenido resultan un manual de gran interés como elemento de consulta para la elaboración de piensos compuestos.

Sin embargo, existe un importante vacío en relación con la recogida de información sobre el valor nutritivo de los pastos, si exceptuamos las tablas publicadas por el CIHEAM (1990) que no son específicas de las condiciones españolas, ya que recogen información sobre un número significativo de forrajes y subproductos de la cuenca mediterránea. Para obviar esta dificultad, entre otros organismos, la SEEP ha puesto en marcha un proyecto de ámbito nacional para el Estudio de los Pastos Españoles, financiado por el INIA, creando una sección específica dedicada a la recogida de la información publicada previamente sobre la composición bromatológica y nutritiva de los pastos españoles.

Por otra parte, tenemos que tener en cuenta que hoy día vivimos en la sociedad de la información (electrónica), de modo que los clásicos manuales impresos sobre recomendaciones y normas para el racionamiento de los distintos animales, se acompañan ahora de sus correspondientes progra-

mas informáticos (NRC, 1998; 2001), que facilitan el uso de las bases de datos donde se almacena la información sobre las necesidades de los animales y sobre el valor nutritivo de los alimentos.

Para elaborar este tipo de recopilaciones, tan importante es la búsqueda de la información, como su depuración y almacenamiento en sistemas que sean compatibles y que permitan la integración de los datos recopilados por distintos laboratorios en una base de datos común. Ello implica la necesidad de integrar tipos de información muy diversos, que interesan a los distintos investigadores, estableciendo la necesaria armonización de la terminología utilizada y priorizando los aspectos más relevantes a la hora de establecer agrupaciones, con vistas a la utilización de dicha información, por ejemplo, en la práctica de la alimentación animal.

Existen hoy día ejemplos muy significativos de difusión informatizada de la información sobre pastos españoles, centrados quizás en aspectos de tipo botánico, entre los que podríamos citar el Programa Anthos (www.programanthos.com) y el catálogo de la Flora Ibérica (www.rjb.csic.es/floraiberica) que se relacionan con las actividades del Jardín Botánico de Madrid, del CSIC.

En el campo de la alimentación animal una iniciativa muy importante para facilitar el uso universal de la información fue la creación de INFIC (Red Internacional de Centros de Información sobre Alimentos) en 1980, bajo el impulso de la FAO, que trató de integrar la información recogida en diferentes Bancos de Datos existentes en países de todo el mundo. Sin embargo, su actividad no terminó de ser un referente mundial en materia de armonización terminológica o en metodologías de valoración nutritiva, ni tampoco logró poner a disposición general la información almacenada en esos Bancos.

Creación del servicio de información sobre alimentos

El **Servicio de Información sobre Alimentos (SIA)** es uno de los Servicios Centrales de la Universidad de Córdoba, desarrollado con la ayuda de un proyecto STRIDE para la constitución de un Banco de Muestras Valoradas. Se pretendía la conservación de muestras biológicas que hubiesen sido sometidas a valoración en distintos atributos, preferiblemente biológicos y/o de especial dificultad analítica, con el objetivo de utilizarlas como muestras de referencia, por ejemplo, para la obtención de bibliotecas espectrales o de calibraciones NIRS ó como estándares para la corrección de resultados en distintas series de análisis al utilizar técnicas de digestibilidad "in vitro".

Como complemento de las cámaras y dispositivos para la conservación de las muestras, se planteó inicialmente un Banco de Datos que pudiera incorporar la información asociada a dichas muestras. Más adelante, con la ayuda de la Acción Especial AGF96-2612-E de la CICYT y de la Acción de Interés Científico-Técnico AE99-033 del INIA, se ampliaron los objetivos para facilitar la gestión de la información de las muestras analizadas en otros laboratorios, con independencia de su conservación o no, de forma que se pudiera disponer de la información bromatológica de los alimentos utilizados en España.

En el año 1995, desde la dirección de INFIC en Holanda y como forma de dinamización de sus actividades, se puso en marcha la Acción Concertada AIR3-CT94-2266 de la UE titulada "*Animal Feed and Nutrition. Harmonization of Feed Information and Achievement of its Appropiate Availabylity Throughout the EC*", que pretendía crear la Red de Centros de Información sobre Alimentos a escala Europea (ENFIC), lo que llevaba implícita la existencia de Centros Nacionales, cuya misión sería la recogida, depuración, almacenamiento, actualización y difusión de los datos existentes en el país sobre el valor nutritivo de los alimentos, así como servir de apoyo a los organismos implicados en la armonización legislativa europea en este campo, colaborando en la creación de las correspondientes redes temáticas nacionales.

Desgraciadamente tampoco esta iniciativa ha conseguido que el proyecto de Red ENFIC sea una realidad viva, entre otras razones por la falta de representatividad de los pocos centros naciona-

les activos implicados en el mismo. Se suponía que dichos centros deberían estar adscritos a las áreas de I+D de los respectivos países, pero con vinculación y apoyo tanto de la Administración pública (Ministerios de Agricultura), como del sector de fabricantes de piensos compuestos, a los que debería prestar servicio cubriendo determinadas necesidades de información.

En el caso de España, se aprovechó la existencia del Banco de Muestras Valoradas, para colaborar en la configuración de ENFIC. En este caso, el desarrollo de las actividades de dicho Centro se enfocó en dos vertientes:

1. La creación de los mecanismos de conexión con los órganos de la administración pública y los organismos y empresas privados relacionados con el sector de la alimentación animal.

2. El desarrollo de los instrumentos que permitieran la gestión de la información asociada al valor nutritivo de los alimentos.

En el primer tema se llevaron a cabo la firma de acuerdos formales con el INIA y con asociaciones como la Confederación Española de Fabricantes de Alimentos Compuestos (CESFAC), la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA) y diversas asociaciones científicas (SEEP, AIDA, SEOC), así como numerosos laboratorios de centros de investigación y de empresas de fabricación de piensos compuestos.

Sin embargo, el principal empeño se centró en el impulso a la creación de una Red Temática sobre Alimentación Animal, que fuera reconocida y tutelada por el órgano correspondiente de la administración (el INIA) y en la que, junto a la ya existente sobre Nutrición de Rumiantes (RTNR), de carácter eminentemente científico, se incluyeran los organismos anteriormente indicados, junto a otros de importante presencia en el sector y que no estaban representados por los mismos. Dicha Red podría funcionar como Red Neuronal, en la que cada neurona, constituida por cada organismo, asociación, centro o laboratorio, seguiría llevando a cabo su propia misión, pero se mantendría informada e informaría a su vez al resto de las entidades participantes de las actividades de cada una, de forma que se podrían evitar duplicidades innecesarias y, sobretodo, se permitiría llevar a cabo actividades conjuntas aprovechando la sinergia que representa la especialización de cada una.

En este terreno de los proyectos de colaboración, cabe enmarcar la creación del Banco de Datos sobre Alimentos para Animales y, en particular, los referidos a los pastos de la flora ibérica.

En el segundo tema, es decir, el desarrollo de instrumentos para la gestión de la información sobre alimentos, el SIA llevó a cabo inicialmente la creación de un programa informático, al que se denominó CALIFA, que permitía integrar la información de la composición analítica y nutritiva de las materias primas y de los piensos compuestos utilizados en España, que estaban siendo analizados en los laboratorios asociados. A través de dicho programa, se pueden obtener los valores medios, mínimos y máximos y la desviación típica de los diferentes atributos de valoración de cada alimento o grupo de alimentos con determinadas características comunes. Lo más importante es que a la base de datos de dicho programa se puede acceder a través de Internet y realizar las consultas específicas que cada usuario estime oportuno (el acceso es gratuito previa solicitud al SIA).

Entre otros elementos, en dicho programa se reconoce el laboratorio de origen y el investigador o grupo generador de la información, lo que permite, en su caso, la acreditación de la participación de cada uno.

Sin embargo, a medida que se ha ido desarrollando esta actividad, se ha hecho más evidente la necesidad de trabajar dentro de un esquema de Red Neuronal, como al que hemos hecho referencia anteriormente, debido a la necesidad de que lo que se estaba creando respondiera a la necesidad del sector, lo que implica necesariamente integrar en la base de datos aquellos ele-

mentos que pudieran ser útiles para cada uno de los distintos colectivos. Así, no es lo mismo identificar el origen de un grano de cereal que llega a una fábrica de piensos compuestos, que una determinada muestra de un pastizal obtenido en una determinada parcela. Por otra parte, se hace necesario armonizar los criterios, de forma que sea posible identificar los productos y jerarquizar la información para facilitar el uso de la misma.

Características actuales del programa CALIFA

Para tener en cuenta las necesidades operativas que iban surgiendo, el programa CALIFA original se ha subdividido en varios programas:

1. CALIFA Madre, que sirve para la integración de toda la información recibida de los laboratorios asociados y que trabaja en el entorno de la Red Informática de la Universidad de Córdoba.

2. CALIFA en línea, que permite las consultas a la base de datos de CALIFA Madre realizadas a través de la red de Internet.

3. CALIFA Hija, que sirve para la gestión interna de los datos de cada laboratorio y cuyas bases de datos se envían periódicamente a la base de datos central.

Por el especial interés que este último programa como instrumento de apoyo a la gestión en los laboratorios de investigación, en los que normalmente la información se almacena en forma de documentos escritos y/o en diferentes archivos desconectados entre sí, describiremos a continuación sus características, así como las decisiones adoptadas en relación con la identificación y los sistemas de codificación de los alimentos.

Cada programa que se cede a un laboratorio recibe un número que identifica de manera permanente al mismo. A su vez, cada nueva muestra que se introduce en el programa se numera de forma automática secuencialmente al de la última muestra introducida. Esta doble identificación permite que al agrupar las muestras en CALIFA Madre no existan duplicidades.

El programa presenta tres módulos conectados entre sí a través del número de la muestra. En el primero (***REGISTRO***) se introducen los datos de identificación de la muestra. En el segundo (***ANÁLISIS***) se incorporan los valores de los diferentes parámetros analíticos y nutritivos obtenidos en la referida muestra. En el tercero (***ALMACÉN***) se recogen los datos referentes al sistema y lugar de conservación, así como la cantidad de muestra conservada, en el caso de que exista un almacén o banco de muestras en el referido laboratorio.

Para la identificación de las muestras (REGISTRO) se utilizan, por orden correlativo, las siguientes características: el tipo de producto (ej.: avena), la parte del mismo que se utiliza y, en su caso, alguna característica de la misma (ej.: planta entera, en floración...) y, finalmente, el tipo de procesado a que ha sido sometida (ej.: henificado, con buen tiempo). Esta misma secuencia se utiliza a la hora de su codificación, a la que nos referiremos más adelante.

Existen diversos mecanismos para facilitar la introducción de nuevas muestras. Así, si la muestra es similar a la introducida anteriormente, se mantiene activa toda la información cambiando únicamente el número de la muestra. Cuando la muestra es distinta, existe una pantalla desplegable que incorpora, ordenados alfabéticamente, los nombres de las muestras introducidas previamente en el programa. De esta forma, aparte de facilitar la introducción de los datos, se evitan los errores de escritura y, sobretodo, las diferencias en la forma de denominación. De la misma forma, cuando codificamos la muestra, si se ha generado previamente el código numérico en una muestra similar, aparece este asociado al nombre de la muestra.

Otros datos de identificación son las fechas de recogida de la muestra y de registro en el programa y la procedencia de dicha muestra. En este caso, se señala la provincia y los datos de las coordenadas geográficas, para el caso de muestras de pastos obtenidas en una determinada zona.

El aspecto más problemático se refiere a la codificación numérica de cada muestra, el cual se utiliza para obtener los valores medios de muestras de la misma naturaleza, una vez integradas en la base de datos general de CALIFA Madre.

Para dicha codificación, el programa dispone de listas desplegables de los productos, sus posibles partes utilizables y los posibles tratamientos a los que podrían haber sido sometidos. Dichas listas, aunque amplias, no pueden ser en modo alguno completas, aunque es posible incorporar nuevos nombres por parte de los laboratorios usuarios del programa. Esos nombre añadidos a los listados de codificación se mantienen en un código genérico hasta que los gestores de CALIFA los incorporan de forma definitiva, lo que permite mantener la homogeneidad de los mismos.

En el caso de los pastos, se han separado tres grupos: Pastos herbáceos naturales, Praderas y Especies botánicas. En el primer y segundo grupos, se integran las muestras de biomasa recogidas en una determinada superficie de la parcela muestreada e integra normalmente un cierto número de especies diferentes. El tercero corresponde a pastos procedentes de una única especie.

Para la clasificación de los pastos se ha utilizado como base la desarrollada por San Miguel (1997) adaptándola tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Clasificación de los pastos.

Clase	Subclase
Pastos de alta montaña	lastonares alpinos
	silicícolas alpinos
	silicícolas alpinoides
	alpinos cocuminales
	quionófilos
	cervunales eusiberianos
	cervunales mediterraneos
Pastos mesofíticos	basófilos atlánticos
	basófilos mediterráneos
	prados de siega y dient
	prados húmedos
	prados húmedos nitrificados
	vallicares
	prados y juncales mediterráneos
	nitrófilos de gran talla
	silicícolas textura firme
Pastos xeromesofíticos	vivaces de arenales
	basófilos de gramineas normales
	basófilos termófilos
	majadales
	vegetación de dunas costeras
Pastos terofíticos	normales de arenales
	normales suelos no evolucionados
	normales eutróficos
	nitrófilos
	suelos inundables
	suelos muy compactados

Como características del pasto utilizado se han diferenciado las siguientes: Pasto natural o pasto fertilizado, dentro de estas el nivel de arbolado, que supone un mayor o menor grado de sombreado en la parcela (arbolado denso, arbolado ralo o desarbolado) y, finalmente, las condiciones de utilización (pastoreo directo, siega para uso en verde, secado al aire con lluvia o sin ella, secado en henil, deshidratación a alta temperatura, ensilado natural con alta o con baja humedad ó ensilado con aditivos).

En el caso del grupo que integra las especies botánicas de manera individualizada, para facilitar la localización el listado de productos recoge a estas ordenadas alfabéticamente por el nombre científico (sin identificación del autor para mayor facilidad) o bien por el nombre vernáculo más usual en español. Dicho listado recoge las especies contenidas en las Tablas de forrajes y subproductos de la cuenca mediterránea, editadas por el CIHEAM (1990), así como las contenidas en el Diccionario de especies de la flora ibérica, publicado por Ferrer y Broca (2001). Los nombre vulgares de algunas especies se han completado con el listado de términos vernáculos presente en la publicación de la Flora Ibérica anteriormente mencionada (www.rjb.csic.es/floraiberica).

Como ejemplo de los resultados, se recoge a continuación (Tabla 2) una de las salidas que se obtienen con la información acumulada en el programa CALIFA Madre, la cual puede ser generada en el sitio web. (www.uco.es/servicios/nirs/cia.htm). Se trata de los componentes del análisis Weende de la hoja de olivo. Podemos observar que, al no haber discriminado el tipo de procesado, aparecen rangos de materia seca entre 44 y 99 % ó de cenizas entre cuatro y 29 %/ms, siendo en este caso los valores más altos los de muestras obtenidas en la limpia de la aceituna en las almazaras, que normalmente se encuentran contaminadas con tierra.

Tabla 2: Ejemplo de la información que se obtiene de la base de datos general del programa CALIFA. Resultados para la opción Weende. Valores de los análisis realizados a las muestras de características: Del alimento *Voluminosos* y de la categoría *Subproductos agrícolas y agroindustriales* y de origen *Diversos cultivos* y de nombre *Olivos* y de la parte *Hojas* y de procesado *Cualquiera*.

Análisis	Unidades	Nº	Med	Min	Max	SD
Materia seca	%	130	87,45	44,06	99,33	18,23
Cenizas	% / ms	117	8,64	4,65	29,27	5,01
Extracto etéreo	% ms	101	5,88	2,04	9,06	2,18
Fibra bruta	% / ms	101	18,71	13,02	28,60	3,32
Proteína bruta	% / ms	957	9,37	6,17	16,50	1,46

Nº = número de análisis computados en cada caso. Estadísticos = media (med), mínimo (min), máximo (max) y desviación típica (SD).

Conclusiones

Una sociedad desarrollada es tanto más eficiente cuanto mejor aprovecha sus recursos y, en este sentido, la información que se obtiene tras laboriosos procesos de investigación debe estar asequible para que sea útil a sus potenciales usuarios. En el presente artículo, se han descrito diversas actividades llevadas a cabo para favorecer el uso de esta información y, en concreto, los programas informáticos desarrollados para la gestión y el uso de la información obtenida sobre la valoración nutritiva de los pastos, programas que están a disposición de cuantos laboratorios quieran participar en esta actividad.

Referencias bibliográficas

BLAS C de, MATEOS, G. y REBOLLAR, P., 1999. *Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. FEDNA.* Public. Peninsular. Madrid. 496 pp.

CIHEAM, 1990. *Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d´origine méditerranéenne. OPTIONS méditerranéenne.* Serie b, **nº 4**. Institut Agronomique Méditerranéen de Zaragoza. 137 pp.

FERRER, C. y BROCA, A., 2001. Diccionario de nombres vulgares en inglés de especies herbáceas y arbutivas de la flora ibérica. *Pastos* **XXXI (1)**: 47-123.

MAPA, 1984. *Tablas de composición de primeras materias para nutrición animal.* Servicio de Publicaciones Agrarias. MAPA. Madrid. 307 pp.

NRC, 1998. *Nutrient requirements of swine.* National Academy Press. Washington, D.C., 189 pp.

NRC (2001) *Nutrient requirements of dairy cattle.* National Academy Press. Washington, D.C., 381 pp.

SAN MIGUEL, A., 1997. *Pastizales naturales españoles. Caracterización, aprovechamiento y posibilidades de mejora.* ETSIM. Madrid. Fundación Conde del Valle de Salazar, 101 pp.

HARMONIZATION AND JOINT MANAGEMENT OF INFORMATION ON THE NUTRITIVE VALUE OF GRASSES IN SPAIN: CALIFA PROGRAM

SUMMARY

Activities developed for the creation of a National Database are described. This database includes composition and nutritive value of the feedstuffs used in Spain, in particular, for the Spanish grasses. Management programs (CALIFA) which are offered free to the scientific and technical community, include systems for the classification and codification of grasses that should obtain a widespread acceptance among users, are presented to debate.

Key words: Database, information management, feedstuffs composition.

CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y REPRODUCTIVAS DE VACAS MESTIZAS EN UN SISTEMA DE *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* (LAM) DE WIT

R. Razz y T. Clavero

Centro de Transferencia en Pastos y Forrajes. Facultad de Agronomía. La Universidad del Zulia. Apdo. 15098. Maracaibo 4005. Venezuela. e-mail: rosarazz@hotmail.com

Resumen

Se realizó una investigación en el noroeste de Venezuela, en una zona caracterizada como Bosque Seco Tropical, con la finalidad de evaluar la producción de leche (PL), condición corporal (CC) e intervalo parto-primer servicio (IPPS) de vacas doble propósito en un sistema de *Leucaena leucocephala* y concentrado comercial, pastoreando *Panicum maximum*. Los tratamientos evaluados fueron: *Panicum* + 1 h/día leucaena (T1), *Panicum* + 1 h/día leucaena + 1 kg concentrado (T2) y *Panicum* + 1 h/día leucaena + 2 kg concentrado (T3), utilizándose un diseño experimental completamente aleatorizado y ocho repeticiones. Los resultados obtenidos mostraron un efecto significativo ($P<0,05$) de la suplementación sobre PL y CC, mientras que, no existieron efectos sobre IPPS. Las mayores PL se obtuvieron con T2 y T3 (9,18 y 9,47 kg/vaca/día, respectivamente) con respecto a T1 (7,22 kg/vaca/día); sin embargo la mejor CC se observó con T1 (3,01). El IPPS no mostró diferencias para los distintos niveles de suplementación, con valor promedio de 126,2 días.

Palabras clave: *Leucaena leucocephala*, producción, reproducción.

Introducción

En las regiones tropicales una de las limitantes en la producción animal, son las condiciones ambientales adversas que causan restricciones a la planta, lo que determina en muchos casos un escaso suministro de forraje aunado a una disminución de su valor nutritivo lo que produce una deficiente respuesta animal (Garmendia, 1998). En los sistemas doble propósito, la suplementación tiene tres objetivos principales, complementar restricciones estacionales de biomasa, suplementar deficiencias de nutrientes de la dieta y suplementar su aporte energético (Combellas, 1998). La *Leucaena leucocephala* es una leguminosa considerada como un suplemento de alto valor alimenticio durante los períodos de sequía en donde los pastos no satisfacen las necesidades nutricionales de los animales.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar características productivas y reproductivas de vacas mestizas en un sistema de *L. leucocephala* y concentrado comercial.

Material y métodos

La fase experimental de la investigación se desarrolló en una finca comercial, ubicada en el noroeste de Venezuela, estado Zulia, Municipio Rosario de Perijá (10º 15' latitud norte y 72º 40' longitud oeste). La zona bajo estudio está caracterizada como Bosque Seco Tropical, con precipita-

ciones promedio de 1100 mm/año y una temperatura media anual de 29 ºC, a una altitud de 100 msnm (COPLANARH, 1974).

El suelo está clasificado taxonómicamente como *Typic Haplustult*, con una textura franco arenosa, con pH ácido (6,44), bajos contenidos de materia orgánica (0,76 %), fósforo (4,49 ppm), potasio (0,11 me/100 g) y calcio (1,60 me/100 g) y valores medio de magnesio (1,69 me/100 g).

Se utilizaron 24 vacas lactantes mestizas (animales con predominancia Holstein, Pardo Suizo y Cebú) homogéneas en cuanto a producción de leche; las vacas presentaban de 2 a 10 partos y entre 1 y 3 meses de lactancia. Se realizaron dos ordeños/día, con apoyo del becerro y amamantamiento restringido. Los animales se mantuvieron bajo pastoreo, consumiendo pasto guinea (*Panicum maximum*). Antes del ordeño de la tarde los animales se suplementaron con concentrado comercial de acuerdo al tratamiento y luego del ordeño de la tarde los animales entraron durante 1 h/día al banco de *L. leucocephala*. La duración del ensayo fue de 210 días, tomándose treinta días de adaptación para el acostumbramiento de los animales al consumo de concentrado y leucaena y 180 días de evaluación. La composición química del pasto, leucaena y concentrado comercial se muestran en la Tabla 1.

Los tratamientos evaluados en esta investigación fueron:

T_1: Pastoreo en *P. maximum* + 1 h/día en leucaena

T_2: Pastoreo en *P. maximum* + 1 kg concentrado + 1 h/día en leucaena

T_3: Pastoreo en *P. maximum* + 2 kg de concentrado + 1 h/día en leucaena

El diseño experimental empleado fue un totalmente al azar y 8 repeticiones.

Tabla 1: Composición química de la *L. leucocephala*, *P. maximum* y concentrado comercial.

Componente	*Leucaena*	*Panicum*	Concentrado
Proteína cruda (%)	22,47	11,54	17,0
Grasa cruda (%)	–	–	2,50
FND (%)	29,19	62,89	
FAD (%)	21,49	40,22	12
Lignina (%)	8,87	6,81	–
ELN (%)	–	–	43,0

FND = Fibra detergente neutro. FAD = Fibra detergente ácido. ELN = Extracto libre de nitrógeno.

La evaluación se realizó en una lactancia completa. La producción de leche se determinó cada 15 días (Florio *et al.*, 1998), para ello se pesó la leche individualmente de los animales/tratamiento, en el ordeño de la tarde y en la mañana del siguiente día.

Asimismo, se evaluó mensualmente la condición corporal del animal basándose en una escala, que oscila de 1 a 5 (1= muy flaca, 5=muy gorda), según el tejido adiposo de la zona caudo pélvica. Además, se determinó el intervalo parto-primer servicio (IPPS).

Para el análisis estadístico de los datos de producción de leche se utilizó un análisis de covarianza, empleándose como covariables el número de partos, producción inicial y mestizaje. Mientras que, el IPPS se ajustó con los niveles de producción. La condición corporal se analizó a través de métodos no paramétricos. Los datos obtenidos se procesaron a través del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1987). Las medias se compararon mediante la prueba de LSMEANS para los análisis paramétricos y el test de Kruskal- Wallis para los no paramétricos.

Resultados y discusión

Los diferentes tratamientos de suplementación influyeron significativamente (P<0.05) sobre la producción de leche y la condición corporal, mientras que, no existieron diferencias significativas para el intervalo parto-primer servicio (Tabla 2). La mayor producción de leche fue obtenida cuando los animales consumieron leucaena y diferentes niveles de concentrado comercial, no existiendo diferencias significativas entre ellos, pero sí con respecto a la producción registrada en animales suplementados solo con leucaena. Los incrementos en la producción observados fueron de 27 y 31 %, para la suplementación con 1 y 2 kg en combinación con leucaena, respectivamente, en comparación al tratamiento de solo leucaena.

El incremento en la producción de leche, puede atribuirse a un efecto aditivo de la suplementación con leucaena y concentrado sobre la alimentación básica, que suple en gran medida los requerimientos nutricionales de las vacas, debido a que las mezclas de diferentes tipos de proteína entre ambos suplementos completan el balance de aminoácidos y existe una combinación de N soluble y pasante, manteniendo los niveles de producción (Roncallo *et al.*, 1999). Además, del efecto aditivo de la proteína se produce una asociación positiva con un incremento en la digestión de la gramínea la cual puede ser posible por la adición de la proteína, los carbohidratos solubles y minerales provenientes tanto del concentrado como de la leguminosa estimulando la actividad microbial. Asimismo, se debe presentar con estos niveles de suplementación un efecto significativo en el nivel de N consumido por los animales. Debido al alto nivel de proteína cruda en la leucaena y concentrado se presentan altos consumos de N, con variedad de aminoácidos importantes y como consecuencia un alto porcentaje de N presente, el cual es digerido en un porcentaje elevado en el rumen del animal lo cual conlleva a un porcentaje importante de N retenido. La utilización de ambos suplementos puede mejorar el medio ambiente ruminal, los cuales proveen N adicional para los microorganismos ruminales, incrementándose la tasa de aprovechamiento a nivel del rumen. Además, la leucaena por poseer proteína sobrepasante puede incrementar la cantidad de aminoácidos disponibles en el intestino, el cual estimula el consumo de materia seca, se incrementa el consumo de proteína, energía y ácidos grasos volátiles y la producción de leche (Fernández *et al.*, 1999; Sandoval-Castro *et al.*, 2000).

Tabla 2: Producción de leche, condición corporal e intervalo parto-primer servicio en vacas lactantes en un sistema de *Leucaena leucocephala.*

Tratamientos	Producción (kg/vaca/día)	CC	IPPS (días)
Panicum (P) + 1 hora/día leucaena (L)	7,22^{b}±1,31	3,01^{a}	129,16±28,86
P + L + 1 kg concentrado	9,18^{a}±1,76	2,91^{b}	115,50±41,58
P + L + 2 kg concentrado	9,47^{a}±1,69	2,75^{c}	135,85±27,40

Medias con letras distintas en la misma columna difieren significativamente (P<0,05). CC = condición corporal. IPPS = intervalo parto-primer servicio.

En cuanto a la condición corporal, se observó que a medida que se incrementaron los niveles de suplementación existió una disminución en la condición corporal de los animales. Los valores obtenidos en esta investigación fueron 3,01; 2,91 y 2,75, para leucaena, 1 kg de concentrado + leucaena y 2 kg de concentrado y leucaena, respectivamente.

La condición corporal está correlacionada negativamente (r^2=-0.43**) con la producción de leche, ya que en los tratamientos que se suplementaron con concentrado fueron donde se obtuvo la mayor producción, quizás la suplementación no satisfacía los niveles de producción alcanzados por los animales, causando una movilización de sus reservas corporales para mantener la producción, disminuyendo la condición corporal. Consideraciones similares fueron descritas por Broster y Broster (1998).

El intervalo parto-primer servicio promedio fue de 126,2 días. Estos resultados son superiores a los reportados por Rojas *et al.* (1997) en vacas mestizas cebú utilizando bloques de urea-melaza Sin embargo, no se registró diferencias significativas para esta variable en animales con y sin suplementación (93,14 y 88,78 días, respectivamente). Asimismo, son superiores a los de Reinoso (1999) empleando leucaena y concentrado (103, 65 días).

Conclusiones

La utilización de la leucaena en los sistemas doble propósito, se presenta como una alternativa de alimentación en épocas donde existe escasez de forraje, mejorando algunas características productivas y reproductivas de vacas doble propósito.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de La Universidad del Zulia por el aporte financiero para la realización de esta investigación.

Referencias bibliográficas

BROSTER, W.; BROSTER, V.,1998. Body score of dairy cows. *J. Dairy Sci.* **65(1)**:155-173.

COMBELLAS L., J., 1998. Bases de la suplementación en sistemas doble propósito. En: T. Clavero (Ed.). *Estrategias de Alimentación para la Ganadería Tropical.* Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. LUZ. Maracaibo. pp. 15-25.

COMISIÓN DE PLAN NACIONAL DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS (COPLANARH), 1974. *Atlas: Inventario Nacional de Tierras.* Región del Lago de Maracaibo, 91 p. Venezuela.

FERNÁNDEZ, J.D.; ZAPATA, A.F.; GIRALDO, L.A., 1999. Uso de la *Acacia decurrens* como suplemento alimenticio para vacas lecheras, en clima frío de Colombia. En: *IV Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles.* Cali. Colombia. (En línea). http//:www.cipav.org.co/redagofor/memorias99

FLORIO, J.; VACCARO, L.; PÉREZ, A.; MEJÍAS, H., 1998. Errores de predicción de la producción de leche por lactancia a partir de pesajes a distintos intervalos de tiempo en vacas de doble propósito. *Livestock Research for Rural Development,* **10(1).** (En línea). http://www.cipav.org.co/lrrd/index.html

GARMENDIA, J., 1998. Suplementación estratégica en la reproducción de vacas de doble propósito. En: T. Clavero (Ed.). *Estrategias de Alimentación para la Ganadería Tropical.* Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. LUZ. Maracaibo. pp. 43-52.

REINOSO, M., 1999. Potencialidad de la arborización con *Leucaena leucocephala* para mejorar el desempeño bio-productivo de hatos lecheros alojados en agroecosistemas degradados. En: *1er Congreso Virtual Ciencia, Biodiversidad y Tecnología Agropecuaria.* (En línea). http:/www.congresocbta.unam.mx/PVA04.htm

ROJAS, N.; SOTO B., E.; RINCÓN, E.; VENTURA, M.; RAMÍREZ, L. 1997. Intervalos postparto en vacas mestizas Cebú suplementadas con bloques de melaza-urea. *Rev. Fac. Agron.* (LUZ), **14**, 253-264.

RONCALLO, B.; TORRES, E.; SIERRA, M. 1999. Producción de vacas de doble propósito suplementadas con frutos de algarrobillo *Pithecellobium saman* durante la época de lluvias. En: *IV Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles.* Cali, Colombia. (En línea). http:/www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99

SANDOVAL-CASTRO, C.A.; ANDERSON, S.; LEAVER; J.D. 2000. Production responses of tropical crossbred cattle to supplementary feeding and to different milking and restricted suckling regimes. *Livestock Production Science*, **66**, 13-23.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1987. *SAS/STAT User´s guide*. 4th edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.

PERFORMANCE REPRODUCTIVE AND PRODUCTIVE OF CROSBED COWS IN *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* (LAM) DE WIT SYSTEMS

SUMMARY

An experiment was carried out in the northwest of Venezuela, in the tropical dry forest with the objective to study of milk production (MP), body condition (BC) and interval calving-first service (ICFS) in dual purpose cows grazing *Panicum maximum* and supplemented with commercial concentrate and *Leucaena leucocephala*. The treatments evaluated were *Panicum* + 1 h/day leucaena (T1), *Panicum* + 1 h/day leucaena + 1 kg concentrate (T2) y *Panicum* + 1 h/day leucaena + 2 kg concentrate (T3). The statistical design used was completely randomized with 8 replications. The results obtained showed significative effects ($P<0.05$) of supplementation on MP and BC, while, was not affect ICFS. The highest MP were obtained with T2 and T3 (9,18 and 9,47 kg/cow/day, respectively) with respecting to T1 (7.22 kg/cow/day); while, the best BC was observed with T1 (3,01). ICFS was not showed differences between treatments, with mean 126,2 days.

Key words: *Leucaena leucocephala*, production, reproduction.

PRODUCCIÓN GANADERA DIFERENCIADA Y TERRITORIO. EL SISTEMA EXTENSIVO DE VACUNO DE CRIA DE LAS SIERRAS RIOJANAS

E. Manrique,[1] I. Casasús,[2] A.M. Olaizola,[1] I. Medel,[1] y R. Revilla[2]

[1] Departamento de Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177. 50013 Zaragoza. [2] Unidad de Tecnología en Producción Animal. SIA. Gobierno de Aragón. Apartado 727. 50080 Zaragoza.

Resumen

En el marco de los cambios producidos en el sector agroalimentario y de estrategias empresariales de diferenciación de producto, se analizan el marco territorial y los sistemas de producción de vacuno de cría de las comarcas de Sierra de La Rioja y sus posibilidades de definir producciones de calidad específica. Con este fin, se han encuestado 73 explotaciones, que constituyen una muestra representativa, obteniéndose información sobre su estructura, pastoreo, manejo alimentario, reproducción, técnicas de producción de terneros, etc. Las explotaciones se caracterizan por su escasa base forrajera, su importante censo medio (62,8 vacas adultas), aunque con elevada dispersión, por la falta de homogeneidad racial y, sobre todo, por el importante uso de pastos de fuera de la explotación. El manejo se basa en un periodo de invernada, generalmente en establo (media 149 días) y otro de pastoreo, principalmente sobre pastizales (216 días). Se evidencia una falta de estacionalidad reproductiva, pero con una menor incidencia de partos en verano. Se producen mayoritariamente terneros jóvenes y ligeros (media a la venta 4,5 meses y 162 kg). Estas explotaciones apenas ceban terneros. La diferenciación del producto se justificaría tanto en base al territorio como sobre el particular sistema de producción; pero sobre la base de producir terneros para sacrificio.

Palabras clave. Vacas nodrizas, montaña, indicaciones geográficas, sistemas extensivo, La Rioja.

Introducción

La diferenciación de productos ha sido una estrategia utilizada por empresas orientadas al marketing ya reconocida por Launhardt en 1885 (Dos Santos y Thisse, 1992). El procedimiento más generalizado ha sido el uso de marcas comerciales, basándose entonces esa diferenciación, no en los componentes, sino en el prestigio adquirido con algunas características del producto (Gómez y Caldentey, 1999). No obstante, las vías para obtener un producto diferenciado son diversas, tanto reales como ficticias (Levitt, 1980) y pueden referirse tanto a la producción o presentación (componente cualitativo interno) como a la imagen percibida del producto (componente cualitativa externa) En ambos casos, la diferenciación cualitativa aparece muy ligada al origen del producto; es decir, al territorio.

En el sector agroalimentario, la utilización de esta estrategia está menos generalizada, si bien viene experimentando un creciente desarrollo tanto por la actual heterogeneidad de la oferta como por la fragmentación de la demanda, dadas la dispersión de gustos y preferencias y la aparición de demandas heterogéneas no satisfechas con productos estandarizados (Bello y Gómez, 1996)

La diferenciación de productos en el sector agroalimentario se ha convertido en una de las más factibles alternativas empresariales, desde la perspectiva de la calidad y las estrategias de comercialización (Pernet, 1990).

Según la American Society of Quality Control, **calidad** es: "*un conjunto de características de un producto, proceso o servicio que le confiere su aptitud para satisfacer las necesidades del usuario o cliente*". De lo anterior se desprende su carácter relativo, su variación con el tiempo y el espacio y su dependencia de escalas de valores del evaluador (Pagella, 1988).

En los productos agroalimentarios este aspecto de la calidad referido a "características cualitativas particulares", que los convierte en "productos de calidad específica" (Sylvander, 1996), suele referirse a la materia prima utilizada (variedad, raza), a los sistemas de producción o métodos de elaboración o al medio geográfico o ubicación territorial de la producción. El aspecto de vinculación a un territorio, asociando a señales de carácter geográfico y de identidad cultural y étnica, resulta fundamental. Una notable normativa recoge y regula actualmente diferentes "Denominaciones" de productos alimenticios con carácter colectivo obligados a incorporar algunas de las señales que han sido mencionadas.

Las explotaciones ganaderas extensivas mayoritarias en nuestro entorno económico, cuentan con escasas posibilidades, por razones técnicas, económicas y estructurales, de orientar al marketing de forma individual sus estrategias empresariales; a no ser en el marco de la diferenciación mediante productos de calidad específica.

La Comunidad de La Rioja contaba en 1999 con unas 15 500 vacas de carne distribuídas en 325 explotaciones. Las tres comarcas de la Sierra, constituyen espacios geográficos singulares también por las estructuras productivas de su sector ganadero. Ocupando la mitad del territorio de la región, los censos ganaderos intensivos son irrelevantes en las comarcas montañosas. Lo mismo puede decirse del vacuno de leche (3,4 % del censo) y el cebo (3,7 %), e incluso otra ganadería extensiva (ovino 27,2 %; caprino 37,3 % del censo) tiene una presencia relativa inferior que en las comarcas de Ribera. El censo de vacas de cría, por el contrario, suponen en las Sierras el 83,7% del censo total de la Comunidad. Podría afirmarse que casi todo el vacuno de cría regional se encuentra en las Sierras; o que éstas se caracterizan por la explotación de vacuno de carne.

El objetivo de este trabajo es conocer las características estructurales y técnicas de los sistemas de producción de vacas de carne en las Sierras de La Rioja, para establecer las especificidades de dicho sistema, la oferta potencial de terneros y los rasgos productivos de los terneros obtenidos, así como las posibilidades de definir productos de calidad específica.

Material y métodos

La información principal se ha obtenido mediante encuesta directa a titulares de 73 explotaciones de ganado vacuno de cría de las comarcas de Sierra de la Comunidad Autónoma de La Rioja, cumplimentadas durante 1999-2000. Se seleccionaron como muestra representativa de la población, en función tanto de la dimensión como de la distribución espacial. Suponen el 22,5 % de las explotaciones regionales y el 29,6 % del censo reproductor. No se consideraron explotaciones con menos de 5 vacas, con lo que la muestra supondría realmente el 25,3 % de las explotaciones. El cuestionario recogía información de la estructura, los índices productivos, distintos aspectos del manejo del rebaño y las técnicas de producción de terneros. Además incluía aspectos económicos, de dinámica de las explotaciones y opiniones de los ganaderos.

Resultados y discusión

Aspectos estructurales y aprovechamiento de recursos de pastos

Es característica la importante especialización ganadera de estas explotaciones ya que sólo un 8,2 % de las cuales cultiva cereales en alguna medida.

El censo total estudiado ha sido de 4.584 vacas adultas. A pesar de la elevada dispersión existente, las explotaciones presentan un elevado número medio de cabezas (62,8 ± 64,5 vacas) superior al de otras zonas de montaña (Manrique *et al.*, 1992). Aunque la clase predominante es la de 20-40 vacas/explotación (34,7 % del total) un 25 % cuenta con más de 75 vacas. La falta de homogeneidad racial de los rebaños explotados caracteriza a estas ganaderías. Ninguna explotación cuenta con un rebaño en raza pura; siendo los cruces más frecuentes los de raza Parda con sementales de razas cárnicas al igual que ocurre en otras zonas de provincias próximas (Ciria *et al.*, 1996). Se encuentran también vacas cruzadas o puras de raza Avileña, Serrana Ibérica o Simmental. En las explotaciones con sementales (83,6 % del total), las principales razas utilizadas como líneas paternas son Charolais (48 %) y Limousine (37 %); y con menor incidencia Pirenaica (7 %), Parda Alpina o Blonde d'Aquitaine. Los sementales son en un 17 % de reposición propia y el 65 % proceden de otras CC.AA. o países.

El carácter familiar mayoritario de estas explotaciones se desprende de sus disponibilidades de trabajo; ya que sólo un 2,7 % de las mismas cuenta con mano de obra asalariada. Un 53,4 % de las explotaciones cuenta con ingresos complementarios a los generados por la actividad ganadera, procedentes sobre todo, de actividades agrarias o de servicios. Más del 30 % de los titulares encuestados tenían una edad comprendida entre 40 y 49 años; si bien un 25 % eran menores de 35 años.

El número medio de establos por explotación es de 1,72 ± 1,16, mayoritariamente de antigua construcción (52,8 %); si bien un 41,4 % son de construcción reciente, lo que puede indicar una creciente implantación de este tipo de explotaciones en la zona o un aumento de dimensión de las existentes. La estabulación es en un 60 % trabada frente al 35 % de libre; indicador también de carácter tradicional mayoritario de las construcciones.

El marcado carácter extensivo que presentan la explotación de vacuno en estas áreas de montaña, se evidencia por la escasa base forrajera y por el uso predominante de pastizales, de propiedad comunal (79,4 %) o ajenos a la explotación. Sólo un 31,5 % disponen de praderas y prados, si bien en extensión muy limitada, mientras los cultivos forrajeros se encuentran sólo en el 8,2 % de las explotaciones.

Características del manejo general de los rebaños

El sistema de manejo presenta dos periodos característicos de otras zonas de media-alta montaña (Manrique *et al.*, 1992) de pastoreo y de invernada. La duración media es de 216 ± 49,7 días el pastoreo y 149 ± 49,7 días el periodo de estabulación. En la fase de pastoreo (como media 14 abril-16 noviembre), el ganado utiliza pastizales con frecuencia arbustivos o arbolados localizados a diversa altitud, y en mucho menor grado praderas; debido tanto a la escasez de estas últimas, como por ser reservadas para la producción de heno. Pese a esa relevancia del pastoreo, las infraestructuras pastorales (accesos, cercados, refugios, mangas de manejo, etc.) son consideradas escasas o inadecuadas por los ganaderos. El 82 % señalan la necesidad de que fueran realizados desbroces.

Durante la invernada se recurre mayoritariamente a la estabulación (94,5 % de las explotaciones); si bien en ocasiones sólo se estabula a las vacas de cría. Existen también casos de permanencia del ganado al aire libre con suplementación. La alimentación invernal se basa en piensos adquiridos (94 % de las explotaciones); sobre todo concentrados y paja. La escasa base forrajera determina que sólo un 42,5 % de las explotaciones utilicen también henos, y en este caso el nivel de autoabastecimiento alcanza el 68 %. Las raciones aportadas son relativamente homogéneas y se basan en un aporte de 3-8 kg por vaca y día de concentrados (en función de explotaciones y estado fisiológicos de los animales) y una ración de volumen compuesta con la mayor frecuencia por paja de cereales en ocasiones complementada con heno o ensilados.

En términos de manejo reproductivo el carácter de extensividad se manifiesta por la escasa incidencia de la inseminación artificial. El 68,5 % de las explotaciones utiliza sólo monta natural. En el 24,7 % se utiliza un sistema mixto, inseminando sobre todo a las novillas. En el 71,2 % de los rebaños los toros permanecen con las vacas todo el año dando lugar a una teórica paridera continua. Las explotaciones que separan a los sementales, lo hacen con la finalidad de evitar partos en el periodo de pastoreo.

Para el conjunto de la muestra podría hablarse de un amplio periodo de paridera, de septiembre a mayo; con sólo un 10 % de partos entre junio y agosto. La fertilidad anual media (partos por vaca presente en la explotación) fue del 76,7 ± 14,2 %; un buen indicador propiciado por un manejo del ternero favorable a una reactivación ovárica postparto temprana. Así, en el 63,8 % de las explotaciones, el ternero se mantiene separado de la madre salvo en los dos periodos diarios de amamantamiento, por lo menos en los primeros meses de lactancia.

Producción de terneros

Las prácticas seguidas en el manejo de terneros durante la fase de cría con la madre presentan gran variabilidad incluso dentro de una misma explotación en función de la época de nacimientos.

En el 93 % de las explotaciones se suministra alimentación complementaria a los terneros durante la lactancia desde edades tempranas. Sólo el 16,7 % de los ganaderos realiza siempre la fase de cría de los terneros en pastoreo. Por el contrario, el 52,7 % indican que los terneros no pastan en ningún caso pues se destetan antes de la salida de las vacas al pasto y el 30,6 % supeditan este manejo a la época de nacimiento.

Las explotaciones lanzan al mercado terneros jóvenes y ligeros, de 4,5 ± 1,4 meses de edad y 161,9 ± 40,6 kg de peso. No obstante, el rango de edades y pesos al destete oscila de 1 a 8 meses y de 50 a 250 kg. La época de venta de terneros varía mucho por la ausencia de estacionalidad reproductiva ya citada. El final del verano es la época en la que las explotaciones venden mayoritariamente los terneros (31 %); si bien un 16 % comercializa terneros durante todo el año. Los machos se venden fundamentalmente para cebo a otras explotaciones (84 %); mientras en las hembras las destinadas a cebo son el 46 % y la reposición propia 47 %. La mayor parte de las explotaciones nunca ceban sus propios terneros (84,9 %); en este aspecto como sucede en otras zonas de montaña (Ciria *et al.*, 1996; Manrique *et al.*, 1992).

En lo que se refiere a los terneros comercializados, los animales inferiores a los 5 meses al destete (46 %) son los más frecuentes. Los destetados a edades más "tradicionales" (más de 6 meses) suponen el 27 %; mientras los vendidos en los primeros meses de vida, son sólo un porcentaje reducido (6 %). Los animales cebados y destinados al sacrificio suponen el 21 % del total.

En las explotaciones que ceban todos o parte de sus terneros, las técnicas de alimentación y los terneros producidos son los más frecuentes en el Valle del Ebro. Los machos alcanzan los 510 ± 124,5 kg de peso vivo (329 ± 32,5 kg canal) y las hembras 450 ±70,7 kg (233 ± 16,3 kg peso canal).

Dinámica de las explotaciones

El vacuno de cría puede considerarse una actividad tradicional en las sierras de La Rioja. No obstante, en los últimos años la actividad parece revitalizarse. Si bien el 43 % de las explotaciones cuenta con vacas de cría desde hace más de 30 años, un 26 % practica esta actividad desde hace menos de 10 años. El 72 % de los ganaderos declara haber incrementado su rebaño, introduciendo genotipos especializados en la producción de carne (cruce industrial, hembras cruzadas). El 41% ha construído nuevos establos en los últimos 10 años o los ha reformado de forma importante.

La intencionalidad de cambios técnicos más frecuentemente citados por los ganaderos en los sistemas productivos se refieren al cambio racial (24,1 %), a la mejora de las infraestructuras de pastoreo (20,7 %) y a la concentración de partos (17 %).

Conclusiones

Las explotaciones estudiadas presentan características que les permitirían reorientar su producción hacia una denominación colectiva de un producto de calidad específica.

Esta denominación o indicación geográfica podría estar ligada a un territorio concreto, las comarcas administrativas de las Sierras, de la Comunidad de La Rioja, perfectamente delimitado y con personalidad propia fisiográfica, económica e histórica. Asimismo, podría basarse en un sistema de explotación, relativamente homogéneo para el conjunto de explotaciones, claramente extensivo y de especialización cárnica, con características peculiares que lo diferencian de los practicados en otras zonas de montaña (heterogeneidad de razas de carne, uso de pastos preferentemente espontáneos, buenas condiciones estructurales, notable fertilidad, etc.). La opción aparece como factible pero condicionada a un incremento de los terneros cebados, reorientando el producto final de las explotaciones hacia "carne de ternera o añojo" y sustituyendo el actual producto principal "ternero para recrío".

Agradecimientos

La investigación que ha dado lugar a este artículo fue financiada por el Centro Europeo de Información y Promoción (CEIP- La Rioja). Proyecto OTRI U.Z. nº 99/0174.

Referencias bibliográficas

BELLO ACEBRON L.; y GOMEZ ARIAS, J.T. 1996. "Las denominaciones de origen y otras señales de calidad en las estrategias de diferenciación de los productos agroalimentarios. Una propuesta metodológica." *Cuadernos Aragoneses de Economía* **6**, 365-387.

CIRIA, J.; DIAZ, F.J., CAMARA, A.; CARRASCOSA, A.B.; SANZ, L.; SANZ, J.A.; ENCABO, J.M. 1996. Caracterización de los sistemas de explotación de vacuno de carne en la zona de Pinares de Burgos y Soria. *Actas XXXVI R.C. SEEP*, 303-306.

DOS SANTOS, R.; THISSE, J.F. 1992. Horizontal and vertical differentiation: the Launhardt model. *Université de Strasbourg I, BETA . Working Paper* 9214.

GOMEZ, A.C.; CALDENTEY, P. 1999. Signos distintivos en productos agroalimentarios. *Distribución y Consumo* **45,** 71-81.

LEVITT, T. 1980. Marketing success through differentiation of anything. *Harvard Bussiness Review* **58**, 83-91.

MANRIQUE, E.; REVILLA, R.,; OLAIZOLA, A.; BERNUÉS, A. 1992. Los sistemas de producción de vacuno en montaña y su dependencia del entorno *BOVIS* **42**, 9-42.

PAGELLA. 1988. Sintesi dei lavori lella III sesione. *Atti Convegno. SIDEA*. Parma.

PERNET, F. 1990. Differenciations des agricultures spatiales: des correspondances ? *Economíe Rurale* **198**, 15-23.

SYLVANDER, B. 1995. Conventions de qualité et institutions: le cas des produits de qualité specífique. En *Agroalimentaire: une économie de la qualité*, 167-184. Ed. F. NICOLAS y E.VALCESCHINI. INRA- Economica. Paris.

DIFFERENCIATED LIVESTOCK PRODUCTION AND TERRITORY: EXTENSIVE SUCKLER CATTLE PRODUCTION SYSTEMS IN LA RIOJA MOUNTAIN AREAS

SUMMARY

Suckler cattle production systems in the mountain areas of La Rioja, the territory circumstances and the possibilities of producing specific quality products were analysed within the framework of the changes occurred in the agro-food sector and the new commercial strategies of product differentiation. A survey was conducted on a representative sample of 73 farms, gathering information about farm structure, grazing system, feeding management, reproduction, techniques of calf production, etc. Farms were characterised by small foraging areas, large herd-size (62.8 adult cows in average, although variability was high), lack of breed homogeneity and mainly by a great use of pastures. General management was based on a winter period of 149 days on average, where animals were generally kept indoors, and a grazing season of 216 days, mainly on grasslands prone to drought in the summer. Lack of seasonality in reproduction was observed, although calving was less frequent in the summer. Most farms produced young, light calves (4.5 months of age and 162 kg LW at sale time), which were later fattened in other farms. The differentiation of the product may be based on both the geographic origin and the particular characteristics of the production system, although calves should be fattened in the area.

Key words: Suckler cattle, mountain, geographic quality designations, extensive production systems, La Rioja.

FACTORES DE VARIACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE VACAS DE RAZA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA EN LA DEHESA

C. López Carrasco,[1] R. Rodríguez,[1] C. López Bote,[2] I. Ovejero,[3] y A. Daza[3]

[1] Centro de Investigaciones Agropecuarias "Dehesón del Encinar". 45560 Oropesa. Toledo. [2] Dpto. Prod. Animal. Facultad de Veterinaria. U. Complutense. Ciudad Universitaria 28040 Madrid. [3] Dpto Prod. Animal. E.T.S.I. Agrónomos. U. Politécnica. Ciudad Universitaria 28040 Madrid.

Resumen

Los factores de variación: año, fecha de parto, edad de la vaca y sexo del ternero amamantado, estudiados durante dos años consecutivos, no afectaron significativamente a la fertilidad de vacas Avileñas. Sin embargo, el año y la fecha de parto influyeron en el intervalo entre partos de las vacas que parieron. El peso al nacimiento y al destete de los machos fue superior al de las hembras (41,7 vs 38,3 kg y 216,6 vs 202,5 kg) y los de nacimiento temprano alcanzaron al destete mayor peso que los de nacimiento tardío (216,3 vs 193,5 kg). El peso al destete estuvo afectado significativamente por las covariables peso al nacimiento y edad al destete.

Palabras clave: fertilidad, intervalo entre partos, peso al nacimiento, peso al destete.

Introducción

La fertilidad del rebaño reproductor y el peso al destete de los terneros, son las principales variables de influencia en la productividad de las explotaciones extensivas de vacas de cría. En ambas variables influyen un conjunto muy amplio de factores, algunos de los cuales han sido estudiados en las razas de la dehesa, como la Retinta (Muñoz *et al.*, 1995; Luque *et al.*, 1995) y la Avileña (Hernández, 1994; López-Carrasco *et al.*, 2002). La existencia de pocos trabajos realizados en el ecosistema de la dehesa, que observan un control ponderal y de la condición corporal de las vacas (CC) y del peso al nacimiento (Pnac.) y al destete (Pdest.) de los terneros, nos han inducido a estudiar, en este experimento, el efecto de algunos factores importantes de variación: año, fecha de parto, edad de la vaca y sexo del ternero sobre: la fertilidad, intervalo entre partos (I.E.P) y peso del ternero al nacimiento y al destete, en un rebaño de raza Avileña-Negra Ibérica del C I A "Dehesón del Encinar", J.C. Castilla-La Mancha, en la comarca de la "Campana de Oropesa" (Toledo).

Material y métodos

En las campañas ganaderas de 1997/98 y 1998/99, se utilizaron 43 y 51 vacas adultas, respectivamente, desde 3 a 14 años de edad, que parieron en el periodo noviembre a enero y puestas a cubrición tres meses después de los primeros partos, desde febrero a abril, siendo los sementales también de raza Avileña-Negra Ibérica. El lote de 51 vacas, que parieron entre noviembre y enero de la campaña 98/99, estuvo constituido por 39 vacas que quedaron gestantes en el periodo febrero-abril de 1998, más 12 vacas que no fueron controladas en años anteriores.

Las vacas se pesaron en el séptimo mes de gestación, después del parto y al comienzo del periodo de monta, estimándose al tiempo la CC, según el método de Lowman *et al.* (1976). Los terneros se pesaron al nacimiento y al destete. Se registró la fecha de los partos, la edad de la vaca y el sexo del ternero amamantado, así como la edad al destete de los terneros (media: 176± 19 días). La oferta anual de pasto por vaca, se estimó según López-Carrasco *et al.* (2002) y la suplementación/vaca recibida de noviembre hasta febrero, fue similar en las dos campañas ganaderas (200 kg de heno de veza-avena más 100 kg de concentrado).

El intervalo entre partos de las vacas paridas, se estudió mediante un análisis de covarianza que incluía como efectos fijos la campaña (1997/98 y 1998/99), la fecha de parto (noviembre+1ª mitad de diciembre y 2ª mitad de diciembre+enero), la edad de la vaca ($\leq$10 y >10 años) y sexo del ternero, y como covariables: la CC al parto y al inicio de la monta. En este análisis se retiraron del modelo las interacciones dobles de los efectos fijos precitados, al no resultar sig. ($p>0,10$). Paralelamente, se realizó un análisis de varianza para la CC al parto y al inicio del periodo de cubrición, según los efectos fijos considerados. La fertilidad se analizó mediante la prueba χ^2.

La relación entre la CC de las vacas al parto y su peso vacío (peso vivo x 0,9259), se estudió mediante regresión simple. El peso al nacimiento y al destete se analizaron por análisis de covarianza que incluía los efectos fijos anteriores. Para el peso al nacimiento, se introdujeron como covariables la CC y el peso vivo vacío de las vacas en el 7º mes de gestación y al parto y para el peso al destete, el Pnac. y edad al destete de los terneros y peso al parto de la vaca. La relación entre el peso al nacimiento y el peso de la vaca al parto se estudió mediante regresión simple.

Los análisis se realizaron mediante el procedimiento G.L.M. del programa SAS (1990).

Resultados y discusión

La oferta anual de pasto por vaca fue de 9326 y 4213 kg de MS en 1997/98 y 1998/99, respectivamente. Según los resultados reflejados en la tabla 1, los factores: año, fecha de parto, edad de la vaca y sexo del ternero amamantado, no tuvieron efecto significativo sobre la fertilidad. Sin embargo, el I.E.P de las vacas que parieron en el 98/99 fue significativamente más corto que el de las que parieron en el año 97/98. Este resultado podría explicarse por la elevada disponibilidad de pasto/vaca en la campaña 97/98, que permitió que las reproductoras llegaran al parto y al inicio del período de monta con mejor CC, pudiéndose haber reducido los períodos parto-primer celo y parto cubrición (Makarechian y Arthur, 1990), aunque según Ormazábal y Osoro (1995) una CC al parto de tres o mayor que tres no tiene influencia beneficiosa sobre la duración del anoestro postparto. Las vacas con parto tardío (fecha media el 5 de enero) tuvieron un I.E.P menor que las del parto temprano (media el 24 de noviembre), (tabla 1), resultado no acorde con el observado por González-Stagnaro *et al.* (1997) en vacas Avileñas con la misma CC al parto. En nuestro caso, las vacas de parto tardío llegaron al inicio de cubrición con una mejor CC, el fotoperiodo creciente coincidente con la fase parto-final de la monta pudo tener un efecto positivo sobre la actividad ovárica (Hansen y Hauser, 1984) y el menor intervalo entre parto-introducción de los toros pudo haber contribuido a la reducción del anoestro postparto (Zalesky *et al.*, 1984; Naasz y Miller, 1990).

En nuestro trabajo, la edad de la vaca y el sexo del ternero amamantado no han tenido influencia estadísticamente significativa sobre el I.E.P (tabla 1) resultados que concuerdan con los obtenido por González-Stagnaro *et al.* (1997) en vacas Avileñas y por Muñoz *et al.* (1995) en vacas Retintas. En cambio, algunos experimentos han evidenciado una reducción de la fertilidad (Ceular y Legida, 1995) y un aumento del I.E.P en vacas de más de 10 años de edad (Cori *et al.*, 1990; Daza y González, 1997) y otros trabajos (Martín, 1985; López de Torre *et al.*, 1988) han relacionado el amamantamiento más intenso de terneros machos con un incremento del I.E.P. A la luz de nuestros resultados, parece que las vacas mayores de 10 años y las que amamantan machos, mientras mantengan CC adecuadas al parto y al inicio del periodo de monta (tabla 1), no tienen I.E.P más largos que las más jóvenes y que las que amamantan hembras respectivamente.

Tabla 1: Efecto del año, la fecha de parto, la edad de la vaca y el sexo del ternero, sobre la fertilidad y el intervalo entre partos (I.E.P).

	Años		Fecha nac.		Edad vaca		Sexo		
	97/98	98/99	(1)	(2)	≤ 10	> 10	macho	hembra	D.E.M
Nº vacas a cubrición	43	51	62	32	71	23	39	54	
Nºvacas que paren al año siguiente	39	47	58	28	65	21	34	51	
% Fertilidad	90,7	92,1	93,5	87,5	91,5	91,3	87,1	94,4	
I.E.P	386,0[a]	367,2[b]	382,5[a]	361,7[b]	376,8	372,5	374,3	377,0	3,4
CC al parto	2,94[a]	3,33[b]	3,17	3,11	3,16	3,12	3,17	3,13	0,025
CC al inicio monta	2,67[a]	3,01[b]	2,77[a]	3,0[b]	2,87	2,79	2,86	2,90	0,021

(1) 1 de noviembre hasta 11 de diciembre; (2) 12 de diciembre hasta 31 de enero; CC: condición corporal. D.E.M: desviación estándar de la media. Según factor de variación, medias con distintos superíndices difieren sign. ($p<0,05$).

La ecuación de regresión encontrada entre la CC al parto (C.C.P) y el peso vacío de la vaca (P.VAC)= (peso vivo x 0,9259), ha sido: **P.VAC (kg) = 237,9 + 97,6 (C.C.P)**; ($R^2=0,52$; $p<0,01$), en un rango de pesos vivos de 460 a 690 kg. Según la ecuación anterior, el aumento de un punto de C.C.P en Avileñas, equivaldría a 97,6 kg de P.VAC, similar al observado por Revilla y Blasco (1991) en Pirenaicas entre 480 y 619 kg y más alto que el que obtuvieron en Pardas Alpinas de 2º parto. De acuerdo con Osoro (1989), la reducción de un punto de CC en la escala de Lowman *et al.* (1976) está asociado a la pérdida de 80-100 kg de PV, rango que incluye nuestro valor observado.

En la tabla 2, reflejamos el efecto de los factores de variación considerados, sobre el peso al nacimiento y al destete de los terneros. Los nacidos en el 98/99 tendieron a pesar más al nacimiento que los del 97/98 (40,8 vs 38,4 kg; $p<0,07$), los machos nacieron con un peso significativamente superior al de las hembras y los hijos de las vacas con más de 10 años presentaron un peso al nacimiento significativamente inferior que los de las vacas más jóvenes, no habiéndose encontrado diferencias significativas de dicha variable según la fecha de nacimiento del ternero.

La covariable CC de la vaca en el 7º mes de gestación y al parto, no tuvieron efecto significativo sobre el Pnac. ($p>0,05$), pero el peso vivo vacío en el 7º mes de preñez tuvo una relación positiva y significativa ($p<0,02$) con la citada variable, habiéndose encontrado un coeficiente de regresión parcial de 0,07, lo que significa que por cada kg de aumento de peso vivo vacío de la vaca, el Pnac. del ternero se incrementa en 0,07 kg. La ecuación de regresión de mejor ajuste entre el peso vivo de la vaca al parto y el Pnac. ha sido una función potencial de estructura **Pnac (kg)=3,1(PV)^{0,42} (kg)**, en la que el coeficiente de determinación ha sido bajo ($R2=0,17$; $p<0,05$). Cuando no se corrige el peso de la vaca al inicio del último tercio de la gestación, suelen observarse diferencias interanuales del Pnac. inherentes a las diferencias de disponibilidad de pasto y del estado corporal de las vacas (Luque *et al.*, 1995). Las diferencias entre pesos al nacimiento de machos y hembras fluctúan entre 2 y 4 kg en la raza Avileña (Sánchez Belda, 1984; Vilas *et al.*, 1986; López-Carrasco *et al.*, 2002) y se admite que los pesos al nacimiento máximos se observan entre los 5 y 8 años de edad de la vaca, descendiendo después hasta los 11 años en la raza Retinta (Luque *et al.*, 1995). Carolino *et al*, (1997), en la raza Alentejana, encontraron los pesos máximos en vacas de 7 a 9 años y Sánchez Belda (1984), en la raza Avileña, en vacas de octavo y noveno parto (11-12 años), aunque sólo se registraron de esta clase de vacas el peso de 5 terneros. En lo que respecta a la fecha de nacimiento, la mayoría de los experimentos han evidenciado mayores pesos al nacimiento de los terneros nacidos en primavera que en los nacidos en otoño, inherentes probablemente, a una mejor CC de las vacas en el último tercio de la gestación (Molina *et al.*, 1992; Luque *et al.*, 1995). En nuestro experimento parece coherente que, al no existir diferencias de CC de las vacas según la fecha de parto, la época de nacimiento no haya tenido influencia significativa sobre el peso de los terneros al nacimiento.

En lo que respecta al peso al destete, el año y la edad de la vaca no afectaron significativamente a dicha variable teniendo, sin embargo, una marcada influencia la fecha de nacimiento y el sexo de los terneros (tabla 2).

Tabla 2: Efecto del año, fecha de nacimiento, edad de la vaca y sexo, sobre el peso al nacimiento y al destete de los terneros.

	Años		Fecha nac.		Edad vaca		Sexo ternero		
	97/98	98/99	(1)	(2)	≤ 10	> 10	macho	hembra	D.E.M
Nº terneros	43	50	61	32	71	22	39	54	
Pnacimiento (kg)	38,4	40,8	40,2	38,8	40,8[a]	36,3[b]	41,7[a]	38,3[b]	0,89
Pdestete(kg)	210,7	206,5	216,3[a]	193,5[b]	208,6	207,8	216,6[a]	202,5[b]	3,27

(1) 1 de noviembre hasta 11 de diciembre; (2) 12 de diciembre hasta 31 de enero. D.E.M: desviación estándar de la media. Según factor de variación medias con distintos superíndices difieren significativamente ($p<0,05$).

La ganancia diaria de los terneros, desde el nacimiento hasta los 90-100 días de edad, depende fundamentalmente de la leche de la madre. A partir de esta edad, la ingestión de pastos comienza a tener importancia, por lo que la disponibilidad y calidad del pasto de primavera son los factores que inciden sobre el peso al destete cuando los terneros, como los de nuestro experimento, llegan a esta estación con 3-4 meses de edad. Cabría pensar, por lo tanto, que la mayor disponibilidad de pasto de la primavera de la campaña 97/98 tendría que haber aumentado significativamente el peso al destete de los terneros respecto a los de la campaña 98/99. Sin embargo, según se desprende de la revisión de Osoro (1995), la reducción de la ingestión de pasto en terneros lactantes de más de tres meses, aparece con niveles de oferta de 40-60 g de MS/kg de peso vivo y la depresión del crecimiento diario con ofertas de 20 g de MS/kg de peso vivo, además la relación entre oferta de pasto e ingestión es curvilineal. La producción de pasto en primavera del año 98/99 (2821kg MS/ vaca) entendemos que fue suficiente para que no se produjera una reducción significativa de la ganancia diaria de los terneros respecto a los terneros de la campaña 97/98 (6007 kg MS/vaca), a pesar de disponer éstos de una oferta de pasto muy superior.

En lo que concierne al efecto edad de la vaca sobre el Pdest., tampoco, como en nuestro experimento, ni Luque *et al.* (1995), en terneros Retintos, ni Hernández (1994) en terneros Avileños encontraron influencia significativa. Sin embargo, parece lógico que, en el ecosistema de la dehesa, los terneros de nacimiento temprano alcancen mayores pesos al destete que los de nacimiento tardío al coincidir la máxima oferta de hierba con una edad de los terneros de 4-6 meses, en la que su desarrollo ruminal y su capacidad de ingestión de pasto es importante, habiéndose obtenido este resultado en otros experimentos (Martín, 1985; Hernández *et al.*, 1994; Luque *et al.*, 1995).

Los machos pesan más al destete que las hembras. Las diferencias observadas por Hernández (1994) y por López-Carrasco *et al.* (2002) en terneros Avileños fueron de 18 y de 10,4 kg, respectivamente. El Pnac. del ternero y la edad al destete influyeron significativamente sobre el Pdest. Por cada kg de aumento del Pnac. el peso al destete se incrementó en 2 kg y por cada día de incremento de la edad al destete en 0,72 kg. Escobal (1984) observó, en terneros Rubios Gallegos, un aumento de peso de 1,2 kg a los 6 meses de edad por cada kg de incremento del Pnac. y si se estudian los datos de Hernández (1994), obtenidos en 16 ganaderías de raza Avileña, puede comprobarse que por cada día de aumento de la edad al destete, el Pdest. se incrementaba en 0,64 kg . La relación lineal positiva entre edad y peso al destete obtenida por Berlanga *et al.* (1995) en terneros Retintos, evidenció que por cada día de aumento en la edad al destete, el peso al destete se incrementaba en 1 kg, valor superior al encontrado en nuestro experimento. Aunque entre el peso de la vaca al parto y el peso al destete de los terneros, hemos encontrado una relación positiva, sin embargo, como en el experimento de Escobal (1984), no ha resultado significativa.

Conclusiones

Vacas de raza Avileña-Negra Ibérica, sometidas a paridera concentrada (noviembre-enero), que llegan al parto con una CC próxima a tres y que pierden 0,3 puntos de CC hasta el comienzo del periodo de monta, tres meses después del inicio de la paridera, logran una tasa de fertilidad elevada. Un punto de CC al parto, en vacas Avileñas, equivale a un peso próximo a 100 kg.

Las vacas de parto temprano obtienen una productividad superior a las de parto tardío, lo que permitiría recomendar un adelanto de la época de paridera a octubre-diciembre, pero respetando, mediante una suplementación adecuada, la condición corporal de las vacas en los momentos clave de su ciclo reproductivo (parto y comienzo de la monta).

La productividad de las vacas viejas, mayores de 10 años, que mantienen la condición corporal, no es inferior a la de vacas más jóvenes.

Referencias bibliográficas

BERLANGA, M.E.; MOLINA, A.; LUQUE, A.J.; DELGADO, J.V.; SALADO, F., 1995. Estimación de la curva de crecimiento en ganado Retinto desde el nacimiento hasta el destete. *Archivos de Zootecnia*, **44**: 179-192.

CAROLINO, R.N.; GAMA, L.T.; MENDES, J.; PAIS, J., 1997. Analise dos pesos a diferentes idades em bovinos de raça Alentejana. Efeitos ambientais e factores de correçao. *Revista Portuguesa de Zootecnia*, Año IV, **1**: 53-68.

CEULAR, A.; LEGIDE, M.,1995. Estudio de la fertilidad en la raza Rubia Gallega ecotipo de montaña. *I.T.E.A.*,Vol.Extra, **16**, Tomo I : 404-406.

CORI, G.; GRIMARD, B.; MIALOT, J.P., 1990. Factteurs d´allongement de l´intervalle velage-velage chez les vaches Charolais primipares. *Rev. Med. Vet*, **66**: 1117-1152.

DAZA, A.; GÓNZALEZ, M., 1997. Variación del intervalo entre partos de vacas Retintas y Charolais x Retinta sometidas a paridera continua. *Archivos de Zootecnia*, **176**: 347-355.

ESCOBAL, I., 1984. Vacas de cría en paridera al final del invierno: efecto de la carga ganadera y fecha de parto en las variaciones de peso de las vacas y crecimiento de los terneros hasta el destete. Tesis Master of Science. C.I.AM. (Zaragoza).

GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; DE LA FUENTE, J.; MONLEÓN, M.; YEPES, J.; VÁZQUEZ-PRADA, J.A., 1997. Edad al primer parto e intervalo entre partos en vacas Avileña-Negra Ibérica. *I.T.E.A.* Vol. Extra, **18**, Tomo II: 514-516.

HANSEN, P.J.; HAUSER, E.R., 1984. Photoperiodic alteration of pospartum reproductive function in suckled cows. *Theriogenology*, **22**: 1-13.

HERNÁNDEZ, D., 1994. Esquema de selección en la raza Avileña-Negra Ibérica. *Bovis*, **59**: 27-45.

LÓPEZ-CARRASCO, C.; ROBLEDO, J.C.; OVEJERO, I.; DAZA, A., 2002. Efecto de la disponibilidad de pasto sobre las variables productivas de vacas Avileña-Negra Ibérica en el ecosistema de la Dehesa, en *"Producción de pastos, forrajes y céspedes*, 469-474. C. CHOCARRO, F. SANTIVERI, R. FANLO, I. BOVET Y J. LLOVERAS. Universidad de Lérida (España).

LÓPEZ DE TORRE, G.; GARCÍA, L.J.; JIMÉNEZ, J.M., 1988. Genetic and enviromental factors affecting calving date and calving interval in retinto cows. Proceedings VI World Conference on Animal Production. Helsinki (Finland), 507.

LOWMAN B.G.; SCOTT, N.A.; SOMERVILLE, S.H., 1976. Condition scoring suckler cows. E.S.C.A. Bull, 6.

LUQUE, A.J.; MOLINA, A.; BERLANGA, M.E.; DELGADO, J.V.; JIMENEZ, J.M., 1995. Análisis de los factores que afectan a la curva de crecimiento del ganado vacuno Retinto hasta el destete. *Archivos de Zootecnia*, **44**: 193-203.

MAKARECHIAN, M.; ARTHUR, P.F., 1990. Effect of body condition and temporary calf removal on reproductive performance of range cows. *Theriogenology*, **34**: 435-443.

MARTIN, M., 1985. Influencia de ciertos factores ambientales sobre la productividad de ganado vacuno Retinto en la dehesa. Tesis Doctoral. INIA, 132 pp.

MOLINA, A.; SERRANO, M.; BURGOS, A.; JIMÉNEZ, J.M.; SALADO, F.M.; CABEZA DE VACA, F.; ESPÁRRAGO, E.; RODERO, A., 1992. Estimación de la curva de crecimiento en vacuno Retinto: Aspectos prácticos para la tipificación de pesos. *Archivos de Zootecnia*, **41**: 543-548.

MUÑOZ, P.; TAPIA, N.; MOLINA, A., 1995. Factores que afectan al intervalo entre partos en la raza Retinta. *Archivos de Zootecnia*, **44**: 247-255.

NAASZ, C.D.; MILLER, H.L., 1990. Effects of bull exposure on postpartum interval and reproductive performance in beef cows. *Canadian Journal of Animal Science*, **70**: 537-542.

ORMAZÁBAL, J.J.; OSORO, K,. 1995. Efecto del manejo en el rendimiento reproductivo del vacuno de carne. *Bovis*, **66**: 59-81.

OSORO, K. 1989. Manejo de las reservas corporales y utilización del pasto en los sistemas de producción de carne de vacas madres establecidas en zonas húmedas. *Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animal*, **3**: 207-240.

OSORO, K., 1995. Conocimientos básicos para el manejo eficiente de sistemas de producción animal en pastoreo. *Bovis*, **66**: 13-35.

REVILLA, R.; BLASCO, I., 1991. Efecto de la nutrición, peso y condición corporal en la reproducción del vacuno de carne. En: *Vacuno de carne en extensivo*, 199-235. Ed. Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura y Comercio. (España).

SÁNCHEZ BELDA, A., 1984. La raza bovina Avileña-Negra Ibérica. Ed. MAPA, 102 pp.

S.A.S., 1990. Users´s guide statistics. S.A.A. Institute, Cary, N.C., USA.

VILAS, F.; GARCÍA, J.; CEPEDANO, M., 1986. Programación técnica en explotación extensiva. *Bovis*, **8**: 19-34.

ZALESKY, D.D.; DAY, M.L.; GARCÍA, M.; IMAKAWA, K.; KITTOK, R.J.; D´OCCHIO, J.; KINDER, J.E., 1984. Influence of exposure to bulls on resumption of estrus cycles following parturition in beef cows. *Journal of Animal Science*, **59**: 1135-1139.

PERFORMANCES OF AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA COWS IN THE DEHESA: FACTORS OF VARIATION.

SUMMARY

In a two-year study no significant effect of year, calving date, cow age and calf sex was observed on Avileña cow fertility. However, year and calving date had significative influence on calving interval at birth and weaning, males were heavier than females (41,7 vs 38 kg and 216,6 vs 202,5 kg). Weaning weight was significantly higher in early than in late birth calves (216,3 vs 193,5 kg), weaning weight was significantly affected by the covariables birth weight an weaning age.

Key words: fertility, calving interval, birth weight, weaning weight.

EL ENSILADO DE TRIGO EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS: (1) EFECTOS DEL RETRASO EN LA RECOLECCIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA E INGESTIÓN DE MATERIA SECA

G. Salcedo Díaz

Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja", 39792 Heras, Cantabria.

Resumen

Se realizó un experimento con dos ensilados de trigo recolectados y conservados en forma de rotopacas durante el primer ciclo de vegetación (floración (F) y grano pastoso (GP)), para evaluar los efectos de la madurez sobre la composición química e ingestión de materia seca por vacas lecheras al principio de la lactación. Para ello se utilizaron doce vacas Frisonas con 41±17 días de lactación, alimentadas *ad libitum* y suplementadas con 4,5 kg de materia seca de concentrado. Los resultados mostraron un descenso de proteína bruta (P<0,05), aumento de la digestibilidad y de la fibra ácido y neutro detergente con avanzar la madurez (P<0,05), sin variación en el porcentaje de proteína degradable en rumen; pero sí, un incremento significativo (P<0,05) en el contenido de nitrógeno ligado a la fibra ácido y neutro detergente. La ingestión de materia seca descendió al retrasar la fecha de corte; por el contrario, los consumos de almidón fueron mayores en GP y menores los de proteína bruta (P<0,05). Se concluye que esta modalidad de ensilado en forma de rotopacas para estados avanzados de madurez no se alcanzan altas ingestiones de materia seca para vacas al principio de lactación.

Palabras clave: *triticum aestivum*, ensilado, vacas lecheras, ingestión, valor nutritivo.

Introducción

Los cereales de invierno generalmente son cultivados para grano (MAPA, 1999), pudiéndose utilizarse como forraje en verde, ensilado o henificado. La producción de forraje y el posterior valor alimenticio del ensilado de los pequeños cereales está afectado por el estado de madurez, tiempo de presecado, picado, adición de conservante, etc. El cultivo de trigo puede ser cosechado en un amplio rango de madurez, variando desde 350 a 700 g MS (Adogla-Bessa y Owen, 1995), aunque la bibliografía señala el estado de grano pastoso como el más interesante (Corral *et al.*, 1977).

Existen claras diferencias en la extensión de la digestión y tasa de paso entre leguminosas y gramíneas; dentro de estas últimas, entre pratenses y cereales de invierno utilizados para forraje (Salcedo, 1998, 2000a). Van Soest (1965) determinó que la ingestión de materia seca está relacionada con los componentes de la pared celular, observándose que su concentración incrementa con la madurez de la planta, tanto en cereales de primavera como los de invierno. El consumo de ensilado es menor que en los forrajes verdes, dependiendo del tipo de fermentación, longitud del picado y silo donde los forrajes son conservados (Keady *et al.*, 1995).

El objetivo del presente trabajo se centra en determinar la composición química, fermentación y efectos sobre el consumo de materia seca en vacas lecheras al principio de la lactación al retrasar la fecha de ensilado.

Material y métodos

Animales y dietas

Durante sesenta y cuatro días, doce vacas Frisonas [ocho primíparas (dos de ellas provistas con cánula ruminal) y cuatro multíparas] mediando 41±17 días de lactación; 20,8±4,12 kg leche/día, 606±51 kg de peso vivo; 4,62±0,50 % de grasa en leche y 3,17±0,34 % de proteína en leche, fueron distribuidas en dos lotes iguales al azar para recibir ensilado de trigo en forma de rotopacas de diferente estado de madurez (Floración 10-05-00, (F)) y (Grano Pastoso 31-05-00, (GP)) previo presecado de 24 horas, según un diseño cruzado durante dos períodos experimentales de 32 días (7 de adaptación y 25 de control).

Las vacas fueron alimentadas *ad libitum* y suplementadas con 4,5 kg de materia seca por vaca y día, de un concentrado formado por 82,4 % de harina de cebada, 14,1 % de harina de soja; 1,14% de fosfato bicálcico, 1,9 % de bicarbonato sódico, 0,40 % de corrector mineral vitamínico; sobre el ensilado, se adicionó 100 g de bicarbonato sódico por vaca y día.

Procedimiento experimental

Cada cuatro días se ofertaba una rotopaca a cada lote previamente pesada, al final de los cuales fueron pesados los rechazos para estimar la ingestión de materia seca y nutrientes por diferencia. El concentrado fue suministrado dos veces al día (8,30 a.m. y 15.30 p.m.). Del ensilado (GP) y rotopaca se tomaron dos muestras, una porción era secada en estufa a 60º C para realizar los análisis de composición química y degradabilidad ruminal y, la otra en fresco para determinar el pH, $N\text{-}NH_3$ y ácidos grasos volátiles. La composición química del ensilado (F) fue tomada de un estudio anterior procedente de la misma parcela, fecha de ensilado y condiciones de fermentación (Salcedo, 2002).

Análisis de los alimentos

Materia seca en estufa a 60ºC durante cuarenta y ocho horas; cenizas por incineración de la muestra a 550ºC; proteína bruta (PB), como N-Kjeldhal x 6,25; fibra ácido y neutro detergente (FAD y FND), según Goering y Van Soest (1970); almidón según Salomonsson et al. (1984); la digestibilidad de la materia orgánica se determinó *in vivo* con seis ovinos en un diseño cruzado; la energía metabolizable fue estimada a partir de la materia orgánica digestible en la materia seca obtenida *in vivo* por el coeficiente 0,157 señalado por Barber et al. (1984); pH con pHmetro previa extracción del jugo; nitrógeno amoniacal ($N\text{-}NH_3$) por destilación tipo Kjeldhal con óxido de magnesio; N soluble por Kjeldhal tras macerar la muestra a temperatura ambiente; los ácidos grasos volátiles por HPLC (Shimadzu SPD-10 AV), equipado con una columna Shodex RS pak KG-811, previa colocación de 30 g de ensilado en 200 ml de agua destilada, dejándolo reposar en nevera durante 24 h, al cabo de las cuales se centrífugo y filtró sobre un milipore. La cinética de degradabilidad ruminal se usó la técnica descrita por Salcedo (2000a) y la composición química del concentrado según el NRC (2001).

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el PROC GLM de SAS (1985) usando el modelo $Y=\mu + E_i + P_j + \varepsilon_{ijk}$ donde: Y= observación, μ= media de la población, E_i = ensilado (1,2), P_j = período (1,2), ε_{ijk}= error residual.

Resultados y discusión

Composición química de los ensilados

La Tabla 1 refleja la composición química de los ensilados y concentrado utilizado. Las concentraciones de materia seca, almidón y digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica (dMO) incremen-

taron con el estado de madurez (P<0,05), coincidente con Adesogan et al., (1998) y Sutton et al., (2002) imputable al movimiento de nutrientes de las partes vegetativas a la inflorescencia.. La concentración de almidón en F resulta similar a ensilados de veza-avena al principio del ensilado (Salcedo, 1999) y coincidentes con O'Kiely (1997) para GP. Por el contrario, la proteína bruta, fibra ácido y neutro detergente fue inferior en GP (P<0,05). La Tabla 1 destaca el elevado contenido de proteína bruta ligada a la fibra ácido detergente (37,6 % mayor en GP), transfiriéndole un menor contenido de proteína útil.

Según la clasificación de Dulphy y Demarquilly (1981) para ensilados de hierba, corresponden a ensilados bien fermentados, tal y como se desprende de su pH, $N\text{-}H_3/N_t$ y concentración de ácidos grasos volátiles, imputable al elevado contenido en materia seca y la baja concentración de N_t, teniendo en cuenta que no fue añadido conservante alguno. Así los índices de calidad de fermentación y valor nitrogenado resultaron 9,25-10 y 9,5-10 para F y GP respectivamente. La mayor concentración de ácido láctico en GP (P<0,05) es atribuida al elevado contenido en almidón, mayor que los señalados por el INRA (1981) en ensilados de trigo al final del estado lechoso principios del pastoso.

Tabla 1: Composición química del ensilado y concentrado.

	Pastoso	std	Floración	std	Concentrado
MS (%)[1]	35,36ª	1,77	29,04b	5,36	88,62
MO (%)[1]	91,6ª	0,06	88,55b	1,70	96,8
PB (%)[1]	10,38ª	1,08	12,33b	0,52	17,5
P-FAD (%)[2]	40,20ª	1,75	25,08b	0,97	0,46
P-FND (%)[2]	60,02ª	1,31	34,9b	0,75	1,36
DePB (%)[2]	71,43a	2,48	72,43ª	3,55	70,8
PNDR (%)[2]	28,57ª	2,48	27,27ª	3,55	29,2
FAD (%)[1]	41,07b	3,10	46,18ª	3,45	7,30
FND (%)[1]	62,94b	3,35	69,15ª	2,16	17,7
Celulosa (%)[1]	31,25b	3,21	36,35a	2,15	-
Lignina (%)[1]	9,81a	2,13	9,67ª	2,48	-
pH	4,12b	0,26	4,38ª	0,15	-
pHe	4,35a	0,12	4,48ª	0,198	-
g N-NH3/ kg N	38,2ª	2,9	35,4a	3,12	-
N soluble (g kg N total)	466a	6,7	219b	21,4	-
Láctico (g/kg MS)	100,5ª	0,82	58,9b	6,63	-
Acético (g/kg MS)	17,2a	0,64	19,82ª	7,18	-
Butírico (g/kg MS)	1,17ª	0,93	1,26a	0,33	-
GB (%)	3,77a	0,11	3,42ª	0,13	4,12
MOD vivo (%)[1]	54,6ª	5,15	49,18b	3,21	-
CNF (%)[1]	14,68a	1,31	3,64b	1,82	57,48
Almidón (%)[1]	13,2a	0,66	3,06b	0,21	49,29
EM (MJ/kg MS)	8,73a	0,45	7,86b	0,1	13,22

MS: materia seca; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; P-FAD: proteína ligada a la fibra ácido detergente; P-FND: proteína ligada a la fibra neutro detergente; DePB: degradabilidad efectiva de la proteína bruta; PNDR: proteína no degradable en rumen; FAD y FND: fibra ácido y neutro detergente; pHe: pH de estabilidad; GB: grasa bruta; MOD vivo: materia orgánica digestible in vivo; CNF: carbohidratos no fibrosos; EM: energía metabolizable; [1]: % sobre materia seca; [2]: % sobre proteína bruta; a,b: Valores acompañados de distinta letra dentro de cada fila difiere P<0,05; std: error estándar de la media.

Ingestión de materia seca

El retraso en la fecha de recolección para ensilado en la modalidad de rotopacas originó un descenso en el consumo de materia seca equivalente a 1,13 kg por vaca y día (Tabla 2). En un estudio posterior, con vacas lecheras mediando 98 días de lactación, alimentadas con ensilado de trigo fermentado en silo plataforma y conservado con ácido fórmico, picado a una longitud variable de 10 cm al inicio del espigado y suplementadas con 4,5 kg de concentrado, se apreció un mayor consumo equivalente a 2,51 y 1,38 kg respecto a GP y F respectivamente, imputable a la mayor digestibilidad, contenido de proteína bruta y picado del forraje inicial. La ingestión de ambos ensilados fue inferior a los de veza-avena en vacas lecheras suplementadas con 4,5 kg de concentrado (Salcedo, 1999), o ensilados de hierba de menor contenido de fibra neutro detergente (Salcedo, 2001), atribuibles a una mayor dMO y al picado del forraje en ambos casos.

La digestibilidad de la materia orgánica determinada *in vivo* con ovinos resultó más baja que los ensilados de hierba espigados (Salcedo, 2000b), si bien Cushnahan et al. (1993) sugieren que la utilización de ovinos para determinar la digestibilidad no es un modelo bien aceptado para vacas lecheras a la hora de extrapolar el consumo de ensilado para vacas lecheras.

Tabla 2: Ingestión de nutrientes.

	Pastoso	Floración	Std
MS total (kg)	15,08	16,21	1,87
MS ensilado (kg	10,58	11,71	1,82
PB (kg)	1,90	2,22	0,26
PDR (kg)	1,49	1,59	0,16
PNDR (kg)	0,58	0,62	0,06
PB soluble (kg)	0,7	0,87	0,13
PB corregida por FAD (kg)	1,44	1,86	0,25
FND (kg)	7,61	8,33	1,21
Almidón (kg)	3,60	2,56	0,56
CNF (kg)	4,49	3,10	0,73
MOD (kg)	9,29	9,53	0,89
EM (MJ/d)	156,9	151,6	15,18
MOD ensilado (kg)	5,87	5,79	0,88

Entre otros, los factores implicados en la ingestión de ensilado de trigo en la modalidad de rotopacas, pueden señalarse el tamaño de picado del forraje (la rotoempacadora utilizada en este experimento no picaba el forraje), elevadas concentraciones de fibra neutro detergente y N ligado a la fibra ácido detergente que condicionan la actividad degradativa de los microbios celulolíticos, muy distinta a las dietas con ensilados de hierba. Así, la digestibilidad *in vivo* de la fibra neutro detergente de ambos ensilados medida en ovinos fue de 39,94 % y 35,39 % para GP y F respectivamente, estos porcentajes equivalen a 40,7 % y 47,5 % menos que los ensilados de raigrás inglés y trébol blanco espigados determinado con vacas lecheras a nivel de mantenimiento (Salcedo, 2000). Esta menor digestibilidad de la fibra neutro detergente pudo originar un mayor tiempo de retención de alimento a nivel ruminal, coincidente con Clark y Armentano (1997), en el sentido que el llenado ruminal está directamente influenciado por la digestibilidad de la dieta y la proporción de partículas que abandonan el rumen hacia el resto del tracto gastrointestinal.

El que las vacas consumieran más cantidad de ensilado F de mayor contenido en FND que GP, puede tener su origen en el superior consumo de proteína bruta, y menor porcentaje de nitrógeno ligado a la fibra ácido detergente (N-FAD), lo que predispone a los microbios ruminales más N para las actividades degradativas de la materia seca ingerida. Esto es corroborado por el mayor

contenido de $N\text{-}NH_3$ en pariza (Salcedo, 2003), aunque la relación nitrógeno degradable en rumen (NDR) por MJ de energía metabolizable (EM) [(NDR/MJ de EM)] resulta semejante entre ensilados (1,51 y 1,67 g NDR/MJ, ligeramente superior a 1,32 y 1,4 sugerido por el ARC, (1984) imputable al semejante consumo de energía metabolizable. Al descontar el N-FAD, tanto la ingestión de proteína como el NDR/MJ de EM disminuyen, obteniéndose una ingestión de proteína bruta útil de 1,44 y 1,86 y 1,15 y 1,40 g de NDR/MJ de EM para GP y F respectivamente, mostrando una mayor carencia de proteína degradable en rumen para el ensilado en grano pastoso, inferior a la señalada por el ARC (1984). Este mismo hecho fue señalado por Hameleers, (1998) quién observó en vacas lecheras un aumento en el consumo de materia seca de 1,1 kg cuando añade el 4 % de urea al forraje de trigo en el momento de ensilar.

Conclusiones

El retraso en la fecha de corte para ensilado originó modificaciones sustanciales en la fermentación del forraje y por añadidura en la composición química; sobre todo, en la fracción de proteína ligada a la fibra detergente, dando lugar a una menor disponibilidad de nitrógeno para los microbios ruminales, reduciendo el consumo de materia seca. Son necesarios más trabajos que ratifiquen la necesidad de picar y conservar el trigo en otro tipo de silo, recolectándolo en estados de madurez más jóvenes que aseguren una mayor ingestión en vacas al principio de lactación.

Bibliografía

ADOGLA-BESSA, T., OWEN, T., 1995. Ensigling of whole crop wheat cellulase-hemicelulase based encimes 1. Effect of crop growth stage and exime on silage composition and stability. *Anim. Feed Sci. Technol.* **55**, 335-347.

CLARK, P; ARMENTANO, L., 1997. Influence of particle size on the effectiveness of beet pulp fiber. *J. Dairy Sci.* **80**:898-904.

CASTEJON, M.; LEAVER, J., 1994. Intake and digestibility of urea-treated whole crop wheat and live-weight gain by dairy heifers. *Animal Feed Science and Technology*, **46**, 31-34.

CORRAL, A.; HEARD, A.; FENLON, J.; TERRY, P.; LEWIS, G., 1977. Whole crop silage. Grassland Research Institute, *Hurley, Tech. Rep.* No 22, 35pp.

CUSHNAHAN, A.; GORDON, F.; FERRIS, C.; MAYNE, S.; CHESTNUTT, D., 1993. The use of sheep as a model to predict to intaek of silage by cattle. *Proceedings of the 10 th International Conference on Silage Research*, Dublín, pp. 159-160.

DULPHY, S.; DEMARQUILLY, C., 1981. Problèmes particuliers aus ensilages. En: Previsión de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed. INRA publications, 81-104. París (Francia).

HAIG P., 1987. The effect of dry matter content and silage additives on the fermentation of grass silage on comercial farms. *Grass and Forage Sci.* **42**, 1-18.

HAMELEERS, A., 1998. The effects of the inclusión of either maize silage, fermented whole crop wheat or urea-treated whole crop wheat in a diet based on a high-quality grass silage on the performance of dairy cows. *Grass and Forage Science*, **53**, 157-163.

KEADY, T.; MURPHY, J.; HARRINGTON, D., 1995. The effects of ensiling on dry-matter intake and milk production by lactating dairy cattle given forage as the sole feed. *Grass and Forage Science* Vol. **51**, 131-141.

MAPA, 1999. Cereales de invierno para forrajes. Anuario de Estadística Agraria.

O'KIELY, P., 1997. The use of silage additives: effects on conservation and nutritive value. Uso de aditivos para ensilados. Valor nutritivo, estabilidad aeróbica y control medioambiental. Villaviciosa 3 y 4 de diciembre.

SALCEDO, G., 1998. Composición química y degradabilidad ruminal de la cebada cervecera utilizada como forraje. Actas de la *XXXVIII RC de la SEEP*, Soria, 219-222.

SALCEDO, G., 1999. Suplementación con concentrados de diferente composición elemental a ensilado de veza-avena: (1) Efectos sobre el consumo y producción de leche. *Actas de la XXXIX R.C. de la SEEP*. Almería 471-476.

SALCEDO, G., 2000a. Degradabilidad ruminal de la hierba en praderas aprovechadas bajo pastoreo rotacional, en la zona costera de Cantabria. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* Vol. **15** (3), 125-135.

SALCEDO, G., 2000b. Efecto de la madurez del ensilado de hierba, sobre la utilización digestiva en vacas lecheras. *Anales del Instituto de Estudios Agropecuarios*. Vol. **XIII**, 104-126.

SALCEDO, G., 2001. Adición de maíz deshidratado en dietas a base de ensilado de hierba , sobre la producción y calidad de la leche. *Actas de la XLI R.C. de la SEEP. I Foro Iberoamericano de Pastos*. Alicante, 353-357.

SALCEDO, G., 2002. Efectos de la suplementación con harina de soja a ensilado de trigo sobre la producción y composición química de la leche. Producción de pastos, forrajes y céspedes. *Actas de la XLII R.C. de la SEEP*. Lérida 485-490.

SALCEDO, G. 2003. El ensilado de trigo en la alimentación de vacas lecheras: (2) Efectos del retraso en la recolección sobre la producción y composición química de la leche y fermentación ruminal. En prensa.

SUTTON, J.; PHIPPS, R.; DEAVILLE, E.; JONES, A.; HUMPHRIES, D., 2002. Whole-crop wheat for dairy cows: effects of crop maturity, a silage inoculant and an enzyme added before feeding on food intake and digestibility and milk production. *Animal Science* **74**:307-318.

VAN SOEST, P.J., 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *J. Anim. Sci.* **24**:834-843.

WHITE, R.; D. HOLLEMAN; C. SCHWARTZ; W. REGELIN; A. FRANZMAN., 1984. Control of rumen turnover in northern ruminants (Reindeer and muskox fed high-quality diets). *Can. J. Anim. Sci.* **64**:349-350.

WEAT SILAGE IN MILK COWS FEEDING: (1) EFFECTS OF HARVESTING DELAY ON THE CHEMICAL COMPOSITION AND DRY MATTER INTAKE

SUMMARY

We carried out an experiment with two wheat silages harvested and stored in bale during the first cycle of vegetation (blossom (F) and thick grain (GP), to evaluate the effects of maturity on the chemical composition and dry matter intake in milk cows at the beginning of the lactation period. For the purpose we used twelve Frisian cows with 41±17 days of lactation, fed "ad libitum" and supplemented with 4,5 kg of dry matter concentrate. The results showed a drop in gross protein (P<0,05) and an increase in digestibility, acid fiber and neuter detergent as maturity progressed (P<0,05), with no variation in the percentage of degradable protein in rumen, however, there was an important increase (P<0,05) in the nitrogen content related to the acid fiber and neuter detergent. The dry matter inteka droped as soon as we delayed the harvesting. On the contrary, the consumption of starch was higher in GP and lower in gross protein (P<0,05). We conclude by saying that in bale silage and for advanced states of maturity, high intakes of dry matter in cows at the beginning the lactation period.

Key words: *triticum aestivum*, bale silage, dairy cows, intake, value nutritive.

EL ENSILADO DE TRIGO EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS: (2) EFECTOS DEL RETRASO EN LA RECOLECCIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE Y FERMENTACIÓN RUMINAL

G. Salcedo Díaz

Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja", 39792 Heras, Cantabria.

Resumen

Se realizó un experimento con dos ensilados de trigo recolectados y conservados en forma de rotopacas durante el primer ciclo de vegetación (floración (F) y grano pastoso (GP)), para evaluar los efectos de la madurez sobre la producción y composición química de la leche, así como las características de fermentación ruminal en vacas lecheras al principio de la lactación. Para el primer objetivo se utilizaron doce vacas Frisonas con 41±17 días de lactación; para el segundo, 2 vacas canuladas en rumen con 67±22 días en lactación. Todas las vacas fueron alimentadas *ad libitum* y suplementadas con 4,5 kg de materia seca de concentrado. Los resultados demostraron una menor producción de leche en GP (P<0,05); similares porcentajes de grasa en leche (4,75 % vs 4,65 % en GP y F, respectivamente); porcentaje de proteína mayor en GP (P<0,05) y menor concentración de urea en leche (P<0,05). Tanto el pH, $N\text{-}NH_3$, acético y la relación acético : propiónico resultaron mayores en F (P<0,05). Se concluye que retrasar la fecha de corte del trigo para ensilado en la modalidad de rotopacas a vacas al principio de lactación, la producción de leche desciende, de igual forma que sus componentes. Con este tipo de ensilado y en la fase temprana de lactación, pueden aparecer estados precetósicos y acidosis ruminal, por el desequilibrio entre la energía y la proteína del ensilado.

Palabras clave: vacas lecheras, ensilado, *triticum aestivum*, líquido ruminal.

Introducción

Los pequeños cereales son forrajes que recolectados en estado avanzado de madurez proporcionan almidón a las dietas de vacas lecheras; por el contrario, poseen elevado contenido de fibra neutro detergente (Salcedo, 2003). A su vez, la fibra es lentamente digestible (Salcedo, 2003); aunque, Ben-Chedalia *et al.* (1995) señalan digestibilidades de la misma de 63,3 % y 56,3 % para los estados de floración y grano pastoso, distintos a los señalados por Salcedo (2003). Un elevado consumo de almidón origina modificaciones del pH ruminal (Slyter, 1976); elevadas concentraciones de ácido propiónico y láctico (Russell *et al.*, 1981b); lentas tasas de digestión y pasage (McCarthy *et al.*, 1989; Grant, 1994); menor consumo de materia seca (McCarthy *et al.*, 1989; Casper *et al.*, 1990); aumento de la producción láctea e incrementos en el porcentaje de proteína (Poore *et al.*, 1993b; Chen *et al.*, 1994); acidosis ruminal (Slyter, 1976); descensos en la digestibilidad de la fibra (McCarthy *et al.*, 1989; Grant, 1994).

El objetivo del presente trabajo se centra en determinar los efectos sobre el patrón de fermentación en rumen, producción y composición química de la leche de vacas lecheras al principio de la lactación, consumiendo ensilado de trigo en la modalidad de rotopacas.

Material y metodos

Animales y dietas

Señalado en una comunicación anterior de la presente Reunión Científica (Salcedo, 2003).

Procedimiento experimental

El control individual de producción de leche se realizó durante los veinticinco días de cada período experimental. Los lunes, miércoles y viernes fueron tomadas alícuotas de leche procedente del ordeño de mañana (7 a.m.) y tarde (16 p.m.) de cada vaca y depositada en contenedores herméticos para su posterior análisis. Al inicio y final de cada período los animales fueron pesados tras el ordeño de mañana.

Análisis de la leche

Los análisis de grasa, nitrógeno total, lactosa, sólidos no grasos y recuento celular somático fue determinado en el Laboratorio Interprofesional Lechero de Sangander con Milko-Scan 4000 y, el contenido de urea en el Laboratorio de Nutrición Animal del IES "La Granja", según la norma oficial europea con espectofotómetro Shimadzu UV 120.

Análisis del líquido ruminal

Se siguió la misma metodología descrita por Salcedo (2001b).

Determinaciones séricas

Las muestras se obtuvieron por venopunción de la vena mamaria en un venoject sin anticoagulante los dos últimos días de cada período experimental; sobre dicha muestra, fue realizada *in situ* la concentración de glucosa con glucómetro modelo Elite 3902, después en el laboratorio los tubos fueron colocados al baño maría a 30 ºC durante 30 minutos y centrifugadas durante 15 minutos para separar el suero; del sobrenadante, se determinó por espectofotometría con kit de QCA (Química Clínica Aplicada) la concentración de urea.

Análisis estadístico

Los datos de producción y composición química de la leche fueron analizados con el PROC GLM de SAS (1985) usando el modelo $Y=\mu + E_i + P_j + V_k + \varepsilon_{ijk}$ donde: Y= observación, μ= media de la población, E_i = ensilado (1,2), P_j = período (1,2), V_k = vaca (1..12), ε_{ijk}= error residual. Para el pH, N-NH_3 y AGV se usó el modelo: $Y=\mu + E_i + P_j + V_k + H_l + \varepsilon_{ijkl}$ donde: Y= observación, μ= media de la población, D_i = dieta (1,2,), P_j = período, (1,2), V_k = vaca (1,2), H_l = hora de muestreo, (1,2,3,4,5,6), ε_{ijk}= error residual.

Resultados y discusión

La producción y composición química de la leche aparece reflejada en la tabla 1. En la misma, puede apreciarse un incremento del 14,83 % y 15,62 % para leche real y corregida al 4 % de materia grasa, respectivamente, para el ensilado de trigo en floración ($P<0,05$). El descenso de producción durante el experimento (64 días) fue 25,48 % para GP y 12,5 % en F, imputable a factores nutricionales y del tipo de fermentación ruminal. Para los primeros, es corroborado en un experimento posterior desarrollado por (Salcedo, 2002b), con vacas lecheras alimentadas con ensilado de trigo en el estado de floración como fuente de forraje, suplementadas con 4,5 kg de concentrado y dosis crecientes de harina de soja (300-1200 g por vaca y día) mediando 185 días de lactación, donde se apreciaron incrementos lineales en la producción (1,37 kg de leche por 900 g de harina de soja).

La eficiencia bruta de la energía metabolizable determinada como relación entre la energía bruta secretada en leche (Tyrrell y Reid, 1965) y la ingerida resulta similar a dietas basadas en ensilado de hierba, señalada por Ferris *et al.*, (2000). Según el NRC (1989) cada kilo de perdida de peso

vivo equivale a 34,57 MJ de EM, que equivale a una producción de leche de 1,01 y 0,78 kg de leche para GP y F, respectivamente; de esta forma, la eficiencia pudo ser ligeramente mayor a costa de movilizar grasa corporal, aunque desde el punto de vista de la salud del animal, esto no es viable. En cualquier caso, la pérdida de peso resultó elevada en ambos ensilados, mayor en GP que en F (P<0,05) (Tabla 1), imputable al bajo consumo de energía, predisponiendo a las vacas a estados precetósicos.

Tabla 1: Producción y composición química de la leche y concentración de urea en sangre.

	Pastoso	Floración
Leche (kg)	15,5b	18,2ª
Leche 4% graso (kg)	16,96b	20,1ª
Grasa (%)	4,75ª	4,65ª
Kg grasa/d	0,72b	0,85ª
Proteína (%)	3,01ª	2,77b
Kg proteína/d	0,46b	0,50ª
Lactosa (%)	4,99ª	4,95ª
Sólidos no grasos (%)	8,75ª	8,50b
Urea leche (mg/100 ml)	15,23b	24,29ª
Recuento Celular Somático / ml x 1000	72b	146a
Urea en sangre (mg/dl)	15,75b	18,77a
Glucosa (mg/dl)	50ª	52a
Cambio de peso vivo (g/d)	-184a	-133b
N leche/N ingerido (%)	24,05ª	22,24b
Energía Bruta leche (MJ/d)* / Energía Metabolizable ingerida (MJ/d)	0,34b	0,41a

a, b difieren P<0,05; * Tyrrell y Reid, (1965).

Los porcentajes de grasa en ambos casos fueron altos, atribuido a la semejante digestibilidad de la fibra neutro de (Salcedo, 2003); por el contrario, la proteína fue mayor en GP (P<0,05), imputable a un mayor consumo de almidón (3,60 y 2,56 kg/vaca y día en GP y F, respectivamente) (Salcedo, 2003); menor producción de leche (15,5 kg en GP vs 18,2 para F) y mayor contenido de sólidos no grasos en GP (P<0,05). En el presente experimento, la concentración de proteína en leche resultó semejante a estudios previos (Salcedo, 2002), con vacas lecheras mediando 185 días de lactación alimentadas con ensilado de trigo, suplementadas con 4,5 kg de concentrado y 300 g/vaca y día de harina de soja. En cualquier caso, la eficiencia en la utilización del N alimenticio transformado en N leche (Tabla 1), resultó mayor en GP (P<0,05), superior al indicado por Vérite y Delaby (2000), quienes señalan porcentajes de N recuperado en leche del 12 a 20 % en la mayoría de los sistemas de alimentación franceses y, superior en dietas con ensilados de hierba (Salcedo, 2002a), imputable en ambos casos al exceso de N ingerido, contrario a lo apreciado en el presente experimento.

La urea en los fluidos corporales incluyendo la de la leche, no sólo procede del exceso de la proteína degradable ingerida, sino, de la ineficiente utilización del N, causada por un exceso de suministro de proteína a los tejidos (Broderick y Clayton, 1997); así, las concentraciones de urea en leche y en sangre resultaron mayores en F (P<0,05) (Tabla 1), imputable a un desequilibrio entre el nitrógeno degradable en rumen por megajulio de energía metabolizable corregido por fibra ácido detergente (1,46 en GP y 1,96 en F). Por su parte, Salcedo (2001a) encuentra una estrecha relación (r^2=0,78 P<0,001) entre el consumo de proteína degradable en rumen y la concentración de urea en leche.

Fermentación ruminal

Uno de los factores limitantes de la producción de leche en dietas con ensilado de hierba, es el elevado pico de amoniaco que surge seguido tras su ingestión (Thomas y Thomas, 1985). Los ensilados de trigo contienen menos proteína y de menor degradabilidad que los de hierba (Salcedo, 2002a), dando lugar a concentraciones inferiores de amoníaco, sobre todo en el estado de grano pastoso (P<0,05). En cualquier caso, los resultados aquí obtenidos fueron siempre superiores a 50 mg N-NH_3/l de líquido ruminal, como limitante para la actividad celulolítica del rumen señalado por Satter y Styler (1974). En el presente experimento, los picos de amoníaco al igual que los de urea en sangre se registraron a las dos horas tras la ingestión de alimento (P<0,05), que fueron de 134 mg/l y 22,5 mg/dl en F y 112 mg/l y 18,74 mg/dl en GP (Figura 1).

Figura 1: mg/l de N-NH3 en rumen y mg/dl de urea en sangre.

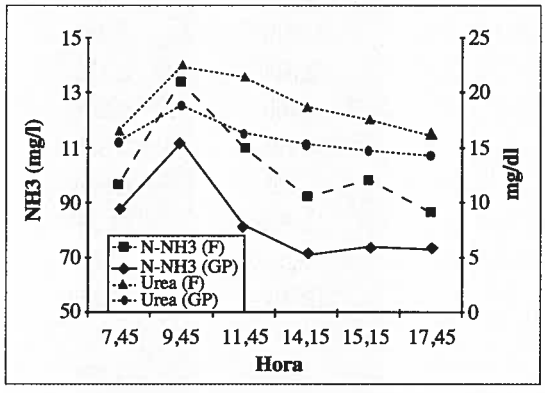
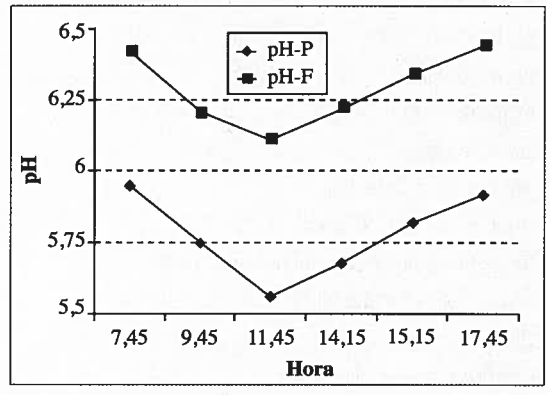


Figura 2: Evolución diaria del pH.



El pH ruminal fue diferente entre ensilados, menor en GP (P<0,05), Tabla 2, situándose el mínimo en 5,56 a las cuatro horas después de ingerir alimento (P<0,05) (Figura 2), reflejando una ligera acidosis ruminal. La razón puede ser justificada por la mayor degradabilidad del grano de trigo en GP.

El mayor consumo de almidón en GP (P<0,05) originó un descenso en la concentración molar del ácido acético y un aumento de propiónico, butírico y láctico (P<0,05), coincidente con Salcedo, (2001b), cuando adiciona harina de cebada a ensilados de hierba.

Tabla 2: Composición del líquido ruminal.

	Pastoso	Floración
pH	5,78±0,13b	6,29±0,11a
N-NH_3 (mg/l)	83,16±14b	102,6±15,77a
Acético (mol/100 moles)	60,9±3,78b	71,03±1,61a
Propiónico (mol/100 moles)	21,26±2,63a	17,77±1,6b
Butírico (mol/100 moles)	10,94±1,38a	10,18±0,27b
Láctico (mol/100 moles)	6,89±0,94a	1,00±0,18b
A:P	2,57±0,17b	4,14±0,093a

a, b difieren P<0,05

Puesto que en ambas dietas, el consumo de fibra neutro detergente no fue limitante para favorecer acidosis ruminal, si cabe pensar que la mayor proporción de propiónico y láctico formado en panza sean causados por la mayor degradabilidad del almidón en GP. Esta circunstancia pudiera haber originado una relantización de la actividad microbiana, como lo demuestra el menor consumo de materia seca (Salcedo, 2003) en GP.

Conclusiones

En el presente experimento, el retraso en la fecha de corte para ensilado en la modalidad de rotopacas, desciendió la producción de leche; por el contrario, incrementa el porcentaje de proteína en leche, pero no es compensada con la mayor pérdida de peso vivo y el riesgo de acidosis ruminal.

Bibliografía

ARC, 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Technical Review by and Agricultural Research Council Working Party, Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, U.K.

BEN-CHEDALIA, D.; KABLA, A.; MIRON, J. 1995. Composition and in vitro digestibility of carbohydrates of wheat plants harvested at bloom and soft dough stages. *J. Sci. Food Agric.* **68**, 111-116.

CASPER, D.; D. J. SCHINGOETHE, W. EISENBEISZ, 1990. Response of early dairy cows fed diets varying in source of non-structural carbohydrate and crude protein. *J. Dairy Sci.* **73**, 1039-1050.

CHEN, K.; J. HUBER, C. THEURER, R. SWINGLE, J. SIMAS, S. CHAN, Z. WU, J. SULLIVAN, 1994. Effect of stean flaking of corn and sorghum grains on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* **77**, 1038-1043.

DULPHY, S.; DEMARQUILLY, C., 1981. Problèmes particuliers aus ensilages. En: Previsión de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed. *INRA publications*, 81-104. París (Francia).

FERRIS, C.; D. PATTERSON; F. GORDON; D. KILPATRICK, 2000. The effects of incrorporating small quantities of straw in grass/grass silage-based diets for dairy cows. *Grass and Forage Sci.* **55**, 146-158.

GRANT, R., 1994. Influence of corn and sorghum starch on the in vitro kinetics of forage fiber digestion. *J. Dairy Sci.* **77**, 1563-1569.

HAIG P., 1987. The effect of dry matter content and silage additives on the fermentation of grass silage on comercial farms. *Grass and Forage Sci.* **42**, 1-18.

McCARTHY, R.; T. H. KLUSMEYER; J.L. VICINI; J.H. CLARK; D.R. NELSON, 1989. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy Sci.* **72,** 2002-2016.

POORE, M.; J. MOORE, R. SWINGLE, T. ECK; W. BROWN, 1993b. Response of lactating Holstein cows to diets varying in fiber source and ruminal starch degradability. *J. Dairy Sci.* **76**, 2235-2243.

RUSSELL, J.; A. YOUNG; N. JORGENSEN, 1981b. Effect of dietary corn starch intake on ruminal, small intestinal and large intestinal starch digestión in cattle. *J. Anim. Sci.* **52**, 1170-1176.

SALCEDO, G., 2001a. Concentración de urea en leche y su relación en sistemas de alimentación basado en forrajes. *I.L.E.* **265**, 60-63.

SALCEDO, G., 2001b. Efecto del tiempo de oreo e ingestión de cebada añadida sobre la degradabilidad *in sacco* de un ensilado de rotopacas. Actas de la XLI R.C. de la SEEP. Alicante, 413-419.

SALCEDO, G. 2002a. Estimación de las pérdidas de nitrógeno en vacas lecheras alimentadas con pasto o ensilados de hierba con mínimo aporte de concentrados. *Producción Animal,* **74**,16-42.

SALCEDO, G. 2002b. Efectos de la suplementación con harina de soja a ensilado de trigo sobre la producción y composición química de la leche. Actas de la XLII R.C. de la SEEP. Lérida, 485-490.

SALCEDO, G., 2003. El ensilado de trigo en la alimentación de vacas lecheras: (1) Efectos del retraso en la recolección sobre la composición química e ingestión de materia seca. En prensa.

SATTER, L., STYLER, L., 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *Br. J. Nutr.*, **32**,199-208.

SLYTER, L., 1976. Influence of acidosis on rumen function. *J. Anim. Sci.* **43**, 910-929.

TAMMINGA, S., 1992. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *J. Dairy Sci.* **75**, 345-357.

TYRRELL, H.; REID, J., 1965. Prediction of the energy value of cow's milk. *J. Dairy Sci.* **48**, 1215-1233.

TOMAS, C.; THOMAS, P.C., 1985. *Factors affecting the nutritive value of grass silages.* In. Haresing W. and Cole D.J.A. (eds).

VERITE, R.; DELABY, L., 2000. Relation between nutrition, performances and nitrogen excretion in dairy cows. *Ann. Zootech.* **49**, 217-230.

WHEAT SILAGE IN THE DIET OF MILK COWS: (2) EFFECTS OF HARVESTING DELAY PRODUCTION AND CHEMICAL COMPOSITION AND THE RUMINAL FERMENTATION

SUMMARY

We carried out an experiment in two wheat silages harvested and sotred in bale during the first phase of maturity [blossom (F) and thick grain (GP)], to evaluate the effects of maturity on the production and chemical composition of the milk, as well as the features of ruminal fermentation in milk cows at lactation stage. For the first purpose we used twuelve frisian cows with 41±17 days of lactation; for the second they were fed "*ad libitum*" and supplemented with 4,5 kg of dry matter concentrate. The results showed a lower milk production in GP (P<0,05); similar percentages of fat in milk (4,75 % vs 4,65 % in GP and F respectively); percentage of protein higher in GP (P<0,05) and lower urea concentration in milk (P<0,05). The pH, N-NH_3, acetic and the relation acetic:propionic were higher in F (P<0,05). We conclude by saying that if we delay the harvesting to be ensilaged in bale for cows at the beginning of lactation, milk production drops as well as its components. With this type of silage and at the early stages of lactation preketosis states and ruminal acidity may appear, caused by the umbalance between the energy and the protein of silage.

Key words: *triticum aestivum*, silage, diary cows, ruminal liquid.

EFECTO DEL NIVEL DE CONCENTRADO, EN EL ACABADO A 45 DÍAS, EN ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y LA CARNE DE TERNEROS RUBIO GALLEGOS Y HOLSTEIN-FRIESIAN, ALIMENTADOS A BASE DE ENSILADO DE PRADERA.

J. Zea, M.D. Díaz, J.A. Carballo y B. Oliete

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado de Correos 10. A Coruña.

Resumen

En un experimento factorial 2 x 3 con dos razas (Rubio Gallego y Holstein-Friesian) y tres acabados de 45 días (sin acabado, acabado con 5 kg de pienso y con pienso a voluntad) se utilizaron 60 terneros que previamente habían sido alimentados a base de ensilado de pradera y 2 kg de concentrado. Todos los animales se sacrificaron con 400 kg de peso vivo.

Los resultados indican que con el acabado, hasta niveles de pienso de 5 kg, mejora el rendimiento, la conformación y el engrasamiento de la canal, así como la cantidad de grasa de riñonada. Aumentos de pienso en el acabado no produjeron ulteriores mejoras en la canal.

La disminución del índice L^* de la grasa, que se obtiene con el acabado, fue acompañada de la disminución de los índices cromáticos de rojo a^* y amarillo b^* de la carne, que le darían un aspecto más obscuro.

Parece, entonces que las mejoras que produce el acabado en la calidad de la canal y la carne, con la excepción de la conformación, son bastante modestas.

Palabras clave: Producción carne, carne vacuno.

Introducción

Los consumidores y por ello los mercados exigen, cada vez más, productos naturales, rechazando los productos agropecuarios obtenidos por métodos más o menos intensivos. Sin embargo, el tipo de canales ligeras y suficientemente engrasadas, que exige el mercado Gallego, no son fáciles de conseguir con animales alimentados a base de pastos o forrajes, a no ser que estos sean suficientemente energéticos como puede ser el caso de un buen ensilado de maíz (Zea *et al.*, 2003), de aquí, que normalmente se recomiende un acabado con el fin de mejorar, básicamente, la conformación y el engrasamiento. Sin embargo, muchas veces el efecto del acabado se confunde con el peso de sacrificio. Zea y Díaz (1991) con terneros Rubio Gallegos procedentes del pasto, pudieron observar como un acabado con ensilado de pradera y 4 kg de cebada mejoraba la conformación, aumentando el porcentaje de grasa y disminuyendo el de carne y hueso, pero no hay que olvidar que en estos estudios el acabado fue acompañado de un aumento del peso de sacrificio, que produce estos mismos efectos en la canal (Cabrero, 1991). Razón por la que a veces, el efecto del acabado se confunde con el del peso de sacrificio. Zea *et al.* (2002), no encontraron efectos importantes ni en la canal ni en la carne, cuando realizaron acabados, en animales

alimentados a base de ensilado de pradera, con cantidades moderada de pienso (5 kg por cabeza y día) durante 45 o 90 días y sacrificando todos los animales al mismo peso vivo de 400 kg. Zea (2002), concluye comparando una serie de experimentos que, incrementando el peso de sacrificio se pueden conseguir mejoras en la calidad de la canal y la carne superiores a las obtenidas con el acabado (con 5 kg de concentrado por cabeza y día) de animales alimentados a base de ensilado de pradera y esto dentro del rango de pesos demandados por el mercado gallego. Puede quedar la duda de sí los pobres resultados obtenidos con el acabado, comentados anteriormente, son consecuencia de que el suministro de concentrados fue limitado. Esto nos llevo a realizar otro experimento, con acabado a 45 días y peso de sacrificio constante, a 400 kg de peso vivo, con cantidades diferentes de pienso (sin acabado, 5 kg de pienso y pienso a voluntad).

Material y métodos

Para la realización del experimento se utilizaron 60 terneros, mitad Rubio Gallegos (217,52 kg de peso inicial) y mitad Holstein-Friesian (176,53 kg de peso inicial). Los animales de cada raza se dividieron al azar en tres lotes de 10 animales cada uno, para someterlos a cada uno de los tres tratamientos: sin acabado, acabado a 45 días con 5 kg de concentrado por cabeza y día y acabado a 45 días con concentrado a voluntad.

Antes de comenzar los acabados todos los animales habían consumido, ademas del ensilado de pradera (raigras ingles, dactilo y trébol blanco), dos kilogramos de concentrado a base de cebada y soja con los correspondientes correctores de vitaminas y minerales. Los piensos se formularon para que las dietas resultasen del 16, 14 ó 13 % de proteína bruta según que los terneros fuesen de menos de 180 kg, de 180 a 270 kg y de 270 hasta el sacrificio, respectivamente. Los terneros se sacrificaron a 400 kg, por lo que los periodos de acabado tuvieron que comenzar con distintos pesos según tratamientos.

El diseño experimental resultó, entonces, un factorial 2x3, con dos razas y tres tipos de acabado.

El ensilado empleado tenia una materia seca del 22,77 %, una proteína del 12,70 %, con digestibilidad de la materia orgánica de 68,28 % y una concentración en energía metabolizable de 9,94 MJ/kg de materia seca. El pH era de 3,83 y el de estabilidad de 4,27.

El crecimiento, en el periodo previo al comienzo del acabado, fue de 1025 g/día en los gallegos y de 1002 g/día en los holstein. En el acabado estos crecimientos, en el mismo orden que anteriormente, fueron de 1432 y 1304 g/día cuando este se realizo con 5 kg de pienso y de 1675 y 1659 g/día cuando el acabado fue con concentrado *ad libitum*.

Una vez que los animales alcanzaron los 400 kg de peso vivo se sacrificaron, obteniéndose el peso canal, sin grasa pélvica ni riñonada, y el rendimiento. La canal se clasificó según las normas de la UE, mediante una escala: E^{+}=15,.....R=8,....P^{-}=1, y para el engrasamiento la escala fue: magro=1,.... muy graso=9. A las 48 horas postmorten, se procedió al despiece de la media canal izquierda, según la metodología adoptada por los grupos de investigación españoles (Carballo, 2001). La canal se dividió en cuartos por corte entre la 5ª y 6ª costillas. La clasificación de los cortes comerciales se realizó según la Norma del comercio al detall: Extra (solomillo y lomo), 1ª (babilla, tapa, contra, culata de contra, cadera, rabillo de cadera, redondo, aguja, espalda-espaldilla y pez), 2ª (morcillo del trasero, llana y morcillo-brazuelo del delantero) y 3ª (falda-costillar, pescuezo y pecho).

Las determinaciones realizadas en las muestras de carne (de la 6ª a la 10ª costilla) fueron: pH, en el músculo *Longissimus thoracis* a las 24 horas, color del *l. thoracis* y de la grasa subcutánea a las 24 horas, determinando con el espectofotómetro en coordenadas cromáticas L^* (luminosidad), a^* (índice de rojo) y b^* (índice de amarillo). Dureza de la carne (fuerza máxima de corte) a las 24 horas, mediante texturometro INSTRON con célula de corte Warner-Bratzler, sobre muestras de 1x1x5 cm cocidas a 75ºC durante 45 minutos. Las perdidas por goteo (drip loss) (Offer y Knight,

1988), por presion (capacidad de retención de agua) (Honikel, 1997) y por cocción (Hamm, 1977), se expresan en % sobre la muestra en fresco. Por métodos subjetivos, mediante una escala, se determinó la consistencia de la carne (1=firme seca, 3=blanda húmeda) y el veteado (1=trazas, 5=infiltrada). La composición química de la carne se realizó según las normas oficiales. Se dibujó en papel acetato el *L. thoracis* a la altura de las 10ª y 6ª costillas, planimetrandose sus áreas (cm^2). Para los análisis estadísticos de los datos se utilizó el PROC GLM del paquete estadístico SAS. Para el contraste entre medias el test F-lsd.

Resultados y discusión

Como puede verse en la Tabla 1, el rendimiento a la canal mejoró con el acabado, pero no se observaron diferencias significativas debido a la variación del nivel de pienso en este periodo. Esta mejora solo fue significativa en el caso de los terneros Holstein.

Tabla 1: Peso de sacrificio y canal, rendimiento, clasificación canal, grasa de riñonada y % de delantero, trasero y pistola en la canal de terneros Rubio Gallego y Holstein-Friesian alimentados a base de ensilado de pradera y sometidos a un acabado de 45 días con diferentes cantidades de concentrado.

Raza	Pienso (kg/dia)	Peso		Rendi-Miento	Clasificación canal		Grasa riñonada	% en la canal de		
		vivo	Canal		conforma	engrasam		Delantero	trasero	Pistola
Gallegos	2	400,40	208,67^{ab}	52,13^{ac}	7,00ad	3,80^{a}	1,11^{a}	37,22^{a}	62,79^{a}	50,08^{ab}
	5	401,35	211,57^{a}	52,73^{ac}	8,50b	4,00^{ab}	1,16^{a}	37,19^{a}	62,18^{a}	50,15^{ab}
	ad lib.	397,40	212,89^{a}	53,57^{a}	8,60b	4,10^{ab}	1,10^{a}	37,20^{a}	62,80^{a}	50,39^{a}
Frisones	2	401,80	201,39^{b}	50,09^{b}	5,30c	3,70^{a}	1,28^{ab}	38,13^{b}	61,87^{b}	49,51^{ac}
	5	409,60	210,68^{ab}	51,57^{c}	5,30c	4,00^{ab}	1,40^{b}	38,31^{b}	61,69^{b}	49,28bc
	ad lib	409,16	211,70^{a}	51,74^{c}	6,30d	4,60^{b}	1,95^{c}	38,41^{b}	61,59^{b}	48,90^{c}
	et	5,231	3,429	0,514	0,368	0,240	0,084	0,300	0,301	0,344
	p<	NS	0,05	0,001	0,001	0,05	0,001	0,01	0,01	0,05
	2	401,10	204,99^{a}	51,11^{a}	6,15^{a}	3,75^{a}	1,19^{a}	37,64	62,33	49,80
	5	405,48	211,12^{ab}	52,17^{b}	6,90b	4,00^{ab}	1,28^{a}	37,75	62,25	49,71
	ad lib.	403,28	212,29^{ab}	52,65^{b}	7,45b	4,35^{b}	1,53^{b}	37,81	62,20	49,65
	et	4,156	2,422	0,364	0,260	0,169	0,059	0,212	0,212	0,244
	p<	NS	0,05	0,01	0,01	0,05	0,001	NS	NS	NS

En cuanto a las características de la canal el acabado mejoró la conformación de forma similar a como lo hizo el rendimiento, y, al igual que en el caso del rendimiento, se observaron diferencias entre razas ya que en el caso de los animales Holstein, las mejoras solo se lograron cuando el pienso llegó a darse a voluntad, mientras que en los Gallegos las mejoras se producen con 5 kg de pienso sin que estas aumenten al hacerlo el nivel de pienso en el acabado. El engrasamiento, aunque aumento con el acabado solo lo hizo de forma significativa en el caso de los terneros Holstein. Lo mismo ocurrió con la grasa de riñonada.

La proporción de carne o hueso en la canal, aunque resulto distinta para cada raza, no se modifico con el acabado a diferencia de la grasa, que aumento de modo significativo únicamente en el caso de los terneros Holstein y para ello, solo en el caso del nivel más alto de concentrado, como puede observarse en la Tabla 2.

Estos resultados son muy parecidos a los obtenidos cuando el acabado se realizó con 5 kg de concentrado durante 45 ó 90 días (Zea 2002) si bien en el presente caso, a diferencia del anterior, la mejora del rendimiento, de la conformación (que resultó algo mejor), del engrasamiento y del contenido graso de la canal fue acompañado de un aumento de la grasa de riñonada y de una disminución del hueso.

Tabla 2: Composición de la canal y areas del *L. thoracis* a nivel de la 6ª y 10ª costilla de terneros Rubio Gallego y Holstein-Friesian alimentados a base de ensilado de pradera y sometidos a un acabado de 45 días con diferentes cantidades de concentrado.

Raza	Pienso (kg/día)	% en la canal de			Area L. thoracis en		% en la canal de carne de			
		carne	Hueso	Grasa	10ª	6ª	Extra	1ª	2ª	3ª
Gallegos	2	75,60ª	19,51ª	4,89ª	1,99ª	30,47	10,83	40,42ª	6,92ab	17,20ª
	5	76,01ª	19,40ª	4,59ª	71,22ª	31,65	10,76	40,83ª	7,07ª	17,19ª
	ad lib.	75,86ª	19,21ª	4,93ª	71,12ª	32,05	10,79	40,56ª	6,99ac	17,30ª
Frisones	2	72,30b	22,65b	5,05ª	57,26b	28,30	10,21	37,63b	6,59bc	17,74ab
	5	72,81b	22,08b	5,12ª	60,68b	28,80	10,10	38,16b	6,69ad	17,68ab
	ad lib	72,70b	20,90b	6,40b	58,85b	28,08	10,00	37,59b	6,52bd	18,41b
	et	0,567	0,418	0,265	2,636	1,520	0,309	0,481	0,146	0,339
	p<	0,001	0,001	0,001	0,001	0,1	0,1	0,001	0,05	0,05
	2	3,95	21,07ª	4,97ª	64,63	29,39	10,52	39,02	6,76	17,47
	5	4,41	20,74ab	4,85ª	65,95	30,22	10,43	39,49	6,88	17,44
	ad lib.	74,28	20,06b	5,67b	64,99	30,07	10,40	39,09	6,76	17,85
	et	0,401	0,296	0,188	1,864	1,075	0,216	0,340	0,104	0,240
	p<	NS	0,05	0,01	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Del resto de las características estudiadas en las canales, y que se pueden seguir en las citadas Tablas 1 y 2, igual que en el caso de acabado con 5 kg de concentrado durante 45 o 90 días, no se vieron modificadas por el acabado.

En el caso de la carne los resultados, que aparecen en las Tablas 3 y 4, en general, siguen la misma tendencia que en el caso de acabados con pienso limitado (Zea, 2002), si bien en el presente caso los resultados son algo más claros, así a la disminución del índice de luminosidad *L** de la grasa, que se había obtenido con el acabado con 5 kg de pienso, se suman respuestas como el aumento de las perdidas que se producen en la carne por goteo o la disminución de los índices cromáticos de rojo *a** y amarillo *b**, que darían a la carne un aspecto más obscuro.

Tabla 3: Perdidas en la carne por goteo, presión y cocción e índices cromáticos de la carne y la grasa de terneros Rubio-Gallego y Holstein-Friesian alimentados a base de ensilado de pradera y sometidos a un acabado de 45 días con diferentes cantidades de concentrado.

Raza	Pienso (kg/día)	Perdidas por			Indices cromáticos carne			Indices cromáticos grasa		
		goteo	Presión	Cocción	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Gallegos	2	1,45ª	23,53ab	29,39	37,08ab	15,59	8,85	68,03ª	7,83ª	13,69ª
	5	1,53ab	24,64ab	28,81	36,91ª	14,95	9,27	66,92ab	7,37ab	13,23ab
	ad lib.	1,70b	25,02ª	30,00	36,75ª	14,57	8,55	65,76ab	7,22ab	12,88ab
Frisones	2	1,51ª	22,89b	27,63	38,38ab	15,84	9,15	67,61ª	6,04b	12,07b
	5	1,45ab	23,87ab	29,04	38,71b	15,07	9,28	65,60ab	5,93bd	12,00b
	ad lib	1,65ab	23,72ab	30,93	38,36ab	14,79	8,61	64,30b	7,55ad	12,42ab
	et	0,075	0,640	1,599	0,583	0,422	0,314	1,132	0,515	0,556
	p<	0,05	0,05	NS	0,05	0,1	NS	0,05	0,05	0,05
	2	1,48ª	23,21	28,51	37,73	15,71ª	9,00ab	67,82ª	6,94	12,88
	5	1,49ª	24,25	28,92	37,81	15,00ab	9,27ª	66,26ab	6,65	12,61
	ad lib.	1,68b	24,47	29,08	37,56	14,68b	8,58b	65,03b	7,38	12,65
	et	0,053	0,452	1,131	0,413	0,299	0,222	0,800	0,364	0,393
	p<	0,05	0,1	NS	NS	0,05	0,05	0,05	NS	NS

Tabla 4. Veteado, consistencia, dureza, pH y composición química de la carne de terneros Rubio Gallego y Holstein-Friesian alimentados a base de ensilado de pradera y sometidos a un acabado de 45 días con diferentes cantidades de concentrado.

Raza	Pienso (kg/dia)	Veteado	Consis-tencia	Dureza	pH	Composición química de la carne			
						proteina	grasa	cenizas	humedad
Gallegos	2	1,05^{a}	1,15	6,62	5,55^{a}	21,48^{a}	0,59^{a}	1,17^{ac}	76,76^{a}
	5	1,10^{a}	1,10	6,33	5,55^{a}	21,63^{ac}	0,65^{a}	1,19^{abc}	76,53^{ab}
	ad lib.	1,20^{a}	1,15	6,75	5,43^{bc}	21,86^{abc}	0,68^{a}	1,19^{ab}	76,27^{bc}
Frisones	2	1,10^{a}	1,10	6,20	5,49^{ac}	21,80^{abc}	0,96^{a}	1,20$_{ab}$	76,05^{c}
	5	1,08^{a}	1,20	6,32	5,52^{ac}	22,04^{b}	0,70^{a}	1,21^{b}	76,04^{c}
	ad lib	1,58^{b}	1,15	6,70	5,37^{b}	22,00^{bc}	2,65^{b}	1,16^{c}	74,18^{d}
	et	0,079	0,071	0,512	0,033	0,140	0,109	0,010	0,166
	p<	0,001	NS	NS	0,01	0,05	0,001	0,01	0,001
	2	1,08^{a}	1,13	6,41	5,52^{a}	21,64^{a}	0,78^{a}	1,18^{a}	76,41^{a}
	5	1,09^{a}	1,15	6,33	5,53^{a}	21,83^{ab}	0,68^{a}	1,20^{b}	76,29^{a}
	ad lib.	1,39^{b}	1,15	6,73	5,40^{b}	21,93^{b}	1,67^{b}	1,18^{a}	75,23^{b}
	et	0,056	0,050	0,362	0,023	0,099	0,077	0,007	0,117
	p<	0,001	NS	NS	0,001	0,05	0,001	0,05	0,001

Esto ultimo parece estar en contradicción con el incremento del veteado o de la cantidad de grasa en la carne que se produjo con el acabado y que deberían producir carnes más claras. Sin embargo, no hay que olvidar que el índice de luminosidad L* no se modifico y posiblemente este es el índice que más influye en el aspecto relativo al color de la carne.

La disminución del contenido proteico de la carne, que se produce con el acabado en el nivel maximo de pienso, seria consecuencia del aumento de la grasa, que fue considerable.

Conclusiones

Parece, entonces que las mejoras que produce el acabado en la calidad de la canal y la carne, cuando los animales se sacrifican al mismo peso vivo, con la excepción de la conformación, son bastante modestas. La situación podría ser diferente si los acabados se realizan durante un largo periodo de tiempo y con pienso a voluntad. Aunque en este caso el consumo de concentrados se incrementaría y la ventaja de la utilización de forrajes quedaría muy disminuida.

Referencias bibliográficas

CABRERO, M., 1991. La estructura y la composición de la canal como determinante de su calidad. *Bovis*, **38**, 9-37.

CARBALLO, J. A.; MONSERRAT, L.; SANCHEZ, L., 2001. Composición de la canal bovina. En: *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y la carne en rumiantes*, 105-123. Co: V. CAÑEQUE, C. SAÑUDO. Monografias INIA. Serie Ganadera nº 1. Madrid.

HAMM, R., 1997. Citado por Pla (2001).

HONIKEL, K. O., 1997. Referenco method supported by OECD and their use in mediterraneam meat products. *Food Chemistre*, **9 (4)**, 573-582.

OFFER, G.; KNIGHT, P., 1988. The estructural basis of water-holding in meat; Part 2: Drip losses. En: *Developments in Meat Science* **4**, 121-134. Ed.: R. Lawrie. Elsevier, Oxford.

PLA, M., 2001. Medida de la capacidad de retención de agua. En: *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes*, 173-179. Co: V. CAÑETE, C. SAÑUDO. Monografias INIA. Serie Ganadera nº 1. Madrid.

ZEA, J., 2002. Sistemas de producción a base de ensilados. La calidad de la canal y la carne. En: *La calidad de la carne de vacuno. Efecto de la extensificación de la producción*, 24-44.

Seminario CIAM, 13 y 14 de Noviembre de 2002. A Coruña.

ZEA, J.; DIAZ, Mª. D., 1991. Influencia de los sistemas de producción sobre la calidad de la canal. *Bovis*, **39**, 29-57.

ZEA, J.; CARBALLO, J. A.; DIAZ, Mª. D.; OLIETE, B., 2002. Efecto del tipo de forraje y del acabado con cantidades moderadas de concentrados en la calidad de la canal y la carne de terneros Rubio Gallegos. En: *Producción de Pastos, Forrajes y Céspedes. Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP*, 503-508. Lleida.

ZEA, J.; CARBALLO, J. A.; DIAZ, Mª. D.; OLIETE, B., 2003. Efecto del tipo de alimentación en algunas características de la canal y la carne de terneros Rubio Gallego y Holstein-Friesian. En: *Actas de la XLIII Reunión Científica de la SEEP.*, en este volumen. Granada.

EFFECT OF FINISHING (45 DAYS) AND CONCENTRATE LEVEL, ON CARCASS AND MEAT QUALITY OF RUBIO GALLEGO AND HOLSTEIN-FRIESIAN YOUNG BULL, FEEDING WITH GRASS SILAGE.

SUMMARY

Sisty young bulls, previously fed with grass silage and 2 kg of concentrate, were used in a fectorial desing with two races (Rubio Gallego and Holstein-Friesian) and three finishings of 45 days (without finishing, finishing with 5 kg of concentrate and finishing with concentrate *ad libitum*). All animals were sacrified with 400 kg of live weight.

Results indicate that with the finishing, til 5 kg of concentrate levels, dresing percentage, carcass conformation and carcass fat improve, as well as the kidney fat. Increasing of concentrate in the finishing period did not produce any more improvemrnt in the carcass.

Decrease in fai index L^*, that was obtained with the finishing, was accompained with the decrease of red a^* and yellow b^* meat cromatic index, that woold give them an obscurer aspect.

It seem than, that the improvement that produce the finishing on the carcass and meat quality, with the exception of the conformation, are quite modest.

Key word: Beef production, meat cattle.

EFECTO DEL TIPO DE ALIMENTACIÓN EN ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y LA CARNE DE TERNEROS RUBIO GALLEGOS Y HOLSTEIN-FRIESIAN

J. Zea, J.A. Carballo, MªD. Díaz y B. Oliete

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado de Correos 10. A Coruña.

Resumen

En un diseño factorial 2 x 3 con 60 animales (dos razas: Rubio Gallego y Holstein-Friesian y tres sistemas de alimentación: pienso a voluntad, ensilado de maíz más 1,5 kg/día de concentrado y ensilado de pradera con 2 kg/día de pienso) sacrificados a 400 kg de peso vivo, se estudió la calidad de la canal y la carne.

Las canales de los animales alimentados con ensilado de pradera resultaron peores (peor conformación con menos carne y más hueso) que las de pienso a voluntad. Cuando se alimentó con ensilado de maíz las canales resultaron muy parecidas a las obtenidas con concentrados, con las que pueden competir en el mercado. Por lo que se refiere a la carne, los sistemas de alimentación utilizados influyeron muy poco en las características estudiadas.

Palabras clave: Ensilados, producción de carne, sistemas producción, carne vacuno.

Introducción

La producción de carne de vacuno joven en Galicia se realiza fundamentalmente con terneros procedentes de las explotaciones lecheras, de raza Holstein-Friesian, pura o cruzada con razas de carne, principalmente Rubia Gallega o con terneros nacidos en rebaños de vacas nodrizas, (de esta raza). En ambos casos el sistema de alimentación se basa en los piensos concentrados produciéndose una canal de tipo "Ternera" muy característica, probablemente porque el comercio, que es el que vende, sigue demandando un determinado tipo de canal, que por su peso ligero, no es fácil de conseguir con forrajes y porque, durante mucho tiempo, se ha admitido que los animales alimentados en cebadero, a base de pienso, producían carne de mejor calidad, más tierna y con mejor flavor, que la de los animales consumidores de pasto o de forraje. Sin embargo, en los últimos años se han venido realizando en el CIAM, estudios para el desarrollo de sistemas de producción de carne de vacuno con base en pastos y forrajes, no solo con la finalidad de aprovechar mejor los recursos propios sino también porque los consumidores son cada vez más demandantes de productos más naturales como seria la carne de animales alimentados a base de pasto o de forrajes, frescos o conservados.

La raza, dentro de un determinado sistema de producción y en función de su capacidad de desarrollo, va a condicionar el tipo y las características de la canal, así Robelin (1979) estima que, para un peso vivo vacío de 400 kg, la raza explica la variabilidad de la proporción del músculo en la canal en un 6-30 %, la de grasa en un 30-50 % y la de hueso en un 8-13 %. Del mismo modo, la dieta, concretamente su capacidad energética, puede afectar a la calidad de la canal y de la carne (Sañudo, 1992). Se admite, que al aumentar la ingestión de energía los porcentajes de carne y hueso en la canal disminuyen y los de grasa aumentan (Keane y Drennan, 1980), resultando carne

de flavor más agradable (Larick *et al.*, 1987), por ello el tipo de forraje, al variar su contenido energético, puede afectar a las características de la canal y la carne.

El objetivo de este trabajo es tratar de determinar como es la canal y la carne de los animales (Rubio Gallegos y Holstein-Friesian) sometidos a sistemas de producción basados en el consumo moderado de concentrados y ensilados de maíz o pradera a voluntad en relación a la obtenida, en cebadero, con concentrados y heno a voluntad.

Material y métodos

Se dispuso un experimento factorial 2x3: dos razas (30 terneros Rubio Gallego y 30 Holstein-Friesian de 233,39±6,31 kg y 168,82±5,84 kg de peso inicial, respectivamente) y tres sistemas de producción (cebadero con pienso a voluntad, ensilado de maíz -10,68 MJ de EM/kg MS- a voluntad y 1,5 kg de concentrado ó ensilado de pradera – 9,03 MJ de EM/kg MS- con 2 kg de pienso por cabeza y día). Los piensos, a base de cebada y soja con los correspondientes complementos de minerales y vitaminas, se formularon para que la ingesta resultase con el 14 % ó el 13 % de proteína bruta, según que los animales fuesen menores o mayores de 270 kg. Una vez que los animales alcanzaron los 400 kg de peso vivo se sacrificaron, obteniéndose el peso canal, sin grasa pélvica ni riñonada, y el rendimiento. La canal se clasificó según las normas de la UE, mediante una escala: E^{+}=15,.....R=8,....P^{-}=1, y para el engrasamiento la escala fue: magro=1,.... muy graso=9. A las 48 horas postmorten, se despiezaron las medias canales izquierda, según la metodología adoptada por los grupos de investigación españoles (Carballo, 2001). La canal se dividió en cuartos por corte entre la 5ª y 6ª costillas. La clasificación de los cortes comerciales se realizó según la norma del comercio al detall: Extra (solomillo y lomo), 1ª (babilla, tapa, contra, culata de contra, cadera, rabillo de cadera, redondo, aguja, espalda-espaldilla y pez), 2ª (morcillo del trasero, llana y morcillo-brazuelo del delantero) y 3ª (falda-costillar, pescuezo y pecho).

Las determinaciones realizadas en las muestras de carne (de la 6ª a la 10ª costilla) fueron: pH, en el músculo *Longissimus thoracis* a las 24 horas, color del *l. thoracis* y de la grasa subcutánea a las 24 horas, determinando con el espectofotómetro en coordenadas cromáticas L^* (luminosidad), a^* (índice de rojo) y b^* (índice de amarillo). Dureza de la carne (fuerza máxima de corte) a las 24 horas, mediante texturometro INSTRON con célula de corte Warner-Bratzler, sobre muestras de 1x1x5 cm cocidas a 75ºC durante 45 minutos. Las perdidas por goteo (drip loss) (Offer y Knight, 1988), por presión (capacidad de retención de agua) (Honikel, 1997) y por cocción (Hamm, 1977), se expresan en % sobre la muestra en fresco. Por métodos subjetivos, mediante una escala, se determinó la consistencia de la carne (1=firme seca, 3=blanda húmeda) y el veteado (1=trazas, 5=infiltrada). La composición química de la carne se realizó según las normas oficiales. Se dibujó en papel acetato el *L. thoracis* a la altura de las 10ª y 6ª costillas, planimetrandose sus áreas (cm^2). Para los análisis estadísticos de los datos se utilizó el PROC GLM del paquete estadístico SAS. Para el contraste entre medias el test F-lsd.

Resultados y discusión

En las Tablas 1 y 2 se indican algunas de las características más determinantes de la calidad de las canales de estos animales. Como puede observarse el sistema de producción afectó de forma significativa a la conformación de las canales, que resultó peor para los animales alimentados a base de ensilado de pradera, sin que se observen diferencias importantes entre las de los de pienso y las de los de ensilado de maíz. Lo mismo ocurrió con la grasa de riñonada, que resultó menor en las canales obtenidas a base de ensilado de pradera. Sin embargo es curioso que en el engrasamiento, o bien no se observaron diferencias significativas (caso de los Rubio Gallegos) o este mejoró de forma importante con el ensilado de pradera en el caso de los animales Holstein-Friesian (el poco engrasamiento de las canales es un defecto que se suele achacar a las canales de animales alimentados a base de forrajes). El rendimiento a la canal únicamente se vio afectado significativamente por el tipo de alimentación en el caso de los terneros Rubio Gallegos, resultando

máxima para los animales de pienso y mínima para los de ensilado de pradera. La alimentación no modificó las proporciones de cuartos o de pistola.

Tabla 1: Peso de sacrificio y canal, rendimiento, clasificación de la canal, grasa de riñonada y % de delantero, trasero y pistola en la canal de terneros gallegos y frisones alimentados a base de concentrados o ensilados de maíz o pradera.

Raza	Sistema produce.	Peso		Rendi-miento	Clasificación canal		Grasa riñonada	% en la canal de		
		vivo	canal		conforma	engrasam		delantero	trasero	pistola
Gallego	Pienso	399,04	224,50^{a}	56,26^{a}	8,80^{a}	4,20^{ab}	1,29^{a}	37,54^{a}	62,46^{a}	49,87^{a}
	Maíz	409,66	222,69^{a}	54,36^{ab}	8,40^{a}	4,00^{a}	1,18^{a}	37,75^{a}	62,25^{a}	49,51^{ab}
	Pradera	409,12	219,78^{ac}	53,72^{b}	7,00^{b}	4,10^{ab}	0,93^{b}	38,15^{a}	61,85^{a}	49,62^{ab}
Frisones	Pienso	400,45	206,75^{b}	51,63^{c}	6,30^{bc}	4,00a	1,70^{c}	37,92^{a}	62,08^{a}	49,13^{ab}
	Maíz	409,92	211,60^{bc}	51,62^{c}	5,70^{c}	4,10^{ab}	1,70^{c}	28,89^{b}	61,11b	49,07^{ab}
	Pradera	410,68	210,80^{bc}	51,33^{c}	5,10^{c}	4,90^{b}	1,43^{ac}	38,12^{ab}	61,88^{ab}	48,94^{b}
	et	5,221	3,669	0,736	0,489	0,293	0,104	0,340	0,341	0,301
	p<	NS	0,01	0,001	0,001	0,05	0,001	0,05	0,05	0,05
Gallegos		405,94	222,35	54,78	8,07	4,10	1,13	37,81	62,19	49,68
Frisones		407,02	209,72	51,53	5,70	4,33	1,61	38,31	61,69	49,05
	et	4,027	2,118	0,426	0,282	0,162	0,060	0,196	0,198	0,173
	p<	NS	0,001	0,001	0,001	NS	0,001	0,1	0,1	0,05
	Pienso	399,75	215,67	53,95	7,55^{a}	4,10	1,49^{a}	37,73	62,36	49,50
	Maíz	409,79	217,11	52,99	7,05^{a}	4,05	1,44^{a}	38,32	61,68	49,29
	Pradera	409,90	215,29	52,53	6,05^{b}	4,50	1,18^{b}	38,14	61,86	49,28
	et	4,654	2,594	0,521	0,346	0,207	0,074	0,241	0,243	0,212
	p<	NS	NS	0,1	0,01	NS	0,01	0,1	0,1	NS

Tabla 2: Composición de la canal y áreas del *L. thoraci* a nivel de la 6ª y 10ª costilla en terneros Gallegos y Frisones alimentados a base de pienso a voluntad o ensilados de maíz o pradera.

Raza	Sistema produce.	% en la canal de			Area L. thoraci en		% en la canal de carne de			
		carne	hueso	grasa	10ª	6ª	Extra	1ª	2ª	3ª
Gallegos	Pienso	76,43^{a}	18,67^{a}	4,91^{a}	71,18^{a}	35,01^{a}	11,10^{a}	40,02^{a}	6,71^{ab}	18,54
	Maíz	76,54^{a}	18,56^{a}	4,90^{a}	73,50^{a}	33,35^{ab}	11,12^{a}	39,93^{a}	7,11^{a}	18,25
	Pradera	75,34^{a}	19,72^{b}	4,94^{a}	71,04^{a}	30,64^{bc}	10,82^{ab}	39,52^{a}	6,74^{ab}	18,07
Frisones	Pienso	72,92^{b}	21,22^{c}	5,86^{b}	58,06^{b}	28,87^{c}	10,61^{b}	37,30^{b}	6,51^{b}	17,97
	Maíz	72,62^{b}	22,01^{cd}	5,38^{ab}	59,85^{b}	28,45^{c}	10,03^{c}	37,99^{b}	6,59^{b}	17,85
	Pradera	72,07^{b}	22,70^{d}	5,23^{ab}	58,54^{b}	28,07^{c}	10,11^{c}	37,60^{b}	6,44^{b}	17,80
	et	0,455	0,371	0,250	2,574	1,432	0,148	0,386	0,172	0,286
	p<	0,001	0,001	0,01	0,001	0,01	0,001	0,001	0,01	0,1
Gallegos		76,10	18,98	4,92	71,91	33,00	11,01	39,82	6,85	18,27
Frisones		72,54	21,98	5,49	58,82	28,46	10,25	37,63	6,51	17,87
	et	0,263	0,214	0,144	1,486	0,827	0,085	0,223	0,099	0,165
	p<	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,05	0,1
	Pienso	74,68^{a}	19,94^{a}	5,38	64,62	31,94	10,86^{a}	38,66	6,61	18,26
	Maíz	74,58^{ab}	20,28^{a}	5,14	66,67	30,90	10,58^{ab}	38,96	6,85	18,05
	Pradera	73,71^{b}	21,21^{b}	5,09	64,79	29,35	10,47^{b}	38,56	6,59	17,91
	et	0,322	0,262	0,177	1,820	1,012	0,105	0,273	0,122	0,202
	p<	0,05	0,01	NS	NS	0,1	0,01	NS	NS	NS

La proporción de carne en la canal tiende a disminuir, aunque de forma mínima, cuando se utilizan los forrajes ensilados en la alimentación. Cuando se consideran por separado cada una de las dos razas, el efecto de la alimentación para este carácter, no es significativo. Algo parecido pasa con el hueso, aunque en este caso lo que se produce es un aumento al alimentar con ensilado de pradera, ya que las diferencias que se aprecian entre la proporción de hueso en las canales de los animales alimentados con pienso o ensilado de maíz, son mínimas y no significativas. La proporción de grasa en la canal no se vio modificada por el sistema de alimentación.

Las diferencias debidas al sistema de alimentación, en las áreas del *L. thoraci* a nivel de la 6ª ó 10ª costilla ó en la cantidad de carne de 1ª, 2ª, 3ª en la canal, resultaron muy parecidas y sin diferencias significativas entre ellas. Caso aparte es la cantidad de carne extra (solomillo más lomo), que resultó menor en los animales Holstein-Friesian alimentados con ensilados, aun así las diferencias, aunque significativas, fueron muy pequeñas. Esto no es fácil de explicar por lo que pensamos que se debe más a las características de los animales que al tratamiento experimental.

Las canales de los animales gallegos resultaron más pesadas (debido al mejor rendimiento), mejor conformadas y con más proporción de pistola, aunque con menor engrasamiento y grasa de riñonada, que las de los frisones. Así mismo tuvieron más carne (extra, 1ª, 2ª y 3ª) y menos hueso y grasa que los frisones. Las áreas de *L. tohraci*, medidas al nivel de la 6ª y 10ª costillas resultaron mucho mayores para los animales Rubio Gallegos.

En las Tablas 3 y 4, se pueden observar los efectos del sistema de alimentación y de la raza en algunas características de la carne. De las características estudiadas: pérdidas por goteo, presión (capacidad de retención de agua) o cocción, índices cromáticos de la carne o grasa, veteado, consistencia o dureza, así como el pH y la composición química de la carne (contenido en proteína, grasa, cenizas y humedad), únicamente se observaron efectos significativos debidos al tipo de alimentación en las perdidas por cocción y en el índice cromático *L** (luminosidada) de carne y *b**

Tabla 3: Perdidas en la carne por goteo, presión y cocción e índices cromáticos de la carne y la grasa de terneros Gallegos o Frisones alimentados a base de concentrados o ensilados de maíz o pradera.

Raza	Sistema produce.	Perdidas por			Indices cromáticos carne			Indices cromáticos grasa		
		goteo	presion	cocción	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Gallegos	Pienso	1,54	25,00	29,29^{ab}	38,95^{a}	15,90^{a}	8,68^{ac}	66,36^{ab}	5,86^{ab}	10,19^{ab}
	Maíz	1,48	23,73	29,27^{ab}	37,33^{ab}	19,05^{a}	9,32^{a}	69,13^{a}	6,34^{a}	11,51^{a}
	Pradera	1,61	24,63	30,72^{a}	36,11^{b}	15,45^{ab}	7,72^{b}	69,01^{a}	6,09^{ab}	11,07^{ab}
Frisonas	Pienso	1,49	23,80	27,56^{b}	37,88^{ab}	15,06^{ab}	8,39^{bc}	65,82^{ab}	5,95^{ab}	10,27^{ab}
	Maíz	1,31	23,53	30,03^{ab}	35,93^{b}	14,79^{b}	7,69^{b}	63,55^{b}	4,98^{b}	9,85^{b}
	Pradera	1,42	23,90	30,69^{a}	36,96^{b}	15,21^{ab}	8,08^{bc}	67,70^{a}	6,78^{a}	11,77^{a}
	et	0,121	0,795	1,049	0,775	0,389	0,327	1,170	0,468	0,581
	p<	0,1	NS	0,05	0,01	0,05	0,001	0,01	0,05	0,05
Gallegos		1,54	24,45	29,76	37,46	15,80	8,57	68,17	6,10	10,92
Frisones		1,42	23,74	29,43	36,92	15,02	8,05	65,69	5,90	10,63
	et	0,070	0,459	0,606	0,447	0,225	0,189	0,676	0,270	0,335
	p<	NS	NS	NS	NS	0,05	0,1	0,05	NS	NS
	Pienso	1,52	24,40	28,43^{a}	38,42^{a}	15,48	8,54	6609	5,91	10,23^{a}
	Maíz	1,40	23,63	29,65^{ab}	36,63^{b}	15,42	8,51	66,34	5,66	10,68^{ab}
	Pradera	1,54	24,27	30,70^{b}	36,54^{b}	15,33	7,90	68,35	6,44	11,42^{b}
	et	0,086	0,562	0,742	0,548	0,275	0,231	0,827	0,331	1,411
	p<	NS	NS	0,05	0,05	NS	0,1	0,1	NS	0,05

Tabla 4: Veteado, consistencia, dureza, pH y composición química de la carne de terneros Gallegos y Frisones alimentados a base de pienso o ensilados de maíz o pradera.

Raza	Sistema produce.	Veteado	Consis-tencia	Dureza	pH	Composición química de la carne			
						Proteina	Grasa	Cenizas	Humedad
Gallegos	Pienso	1,43[a]	1,20	6,97	5,50[ab]	22,01[a]	0,96	1,21	75,82[ac]
	Maíz	1,08[b]	1,10	6,89	5,54[ab]	21,50[bc]	1,09	1,20	76,20[bc]
	Pradera	1,23[ab]	1,07	6,99	5,56[a]	21,94[a]	0,94	1,20	75,91[ab]
Frisonas	Pienso	1,43[a]	1,15	6,67	5,50[ab]	21,85[ab]	1,00	1,19	75,96[ab]
	Maíz	1,35[ab]	1,10	7,83	5,48[ab]	21,97[a]	1,21	1,19	75,62[a]
	Pradera	1,15[ab]	1,05	7,69	5,44[b]	21,47c	0,99	1,19	76,35[c]
	et	0,120	0,079	0,465	0,036	0,132	0,119	0,011	0,132
	p<	0,05	NS	NS	0,05	0,01	NS	NS	0,01
Gallegos		1,25	1,12	6,95	5,53	21,82	1,00	1,20	75,98
Frisones		1,31	1,10	7,40	5,47	21,76	1,07	1,19	75,98
	et	0,069	0,046	0,269	0,021	0,076	0,069	0,006	0,076
	p<	NS	NS	NS	0,05	NS	NS	NS	NS
	Pienso	1,43	1,17	6,82	5,50	21,93	0,98	1,20	75,89
	Maíz	1,22	1,10	7,36	5,51	21,74	1,15	1,20	75,91
	Pradera	1,19	1,06	7,34	5,50	21,71	0,97	1,20	76,13
	et	0,085	0,056	0,329	0,025	0,094	0,084	0,008	0,093
	p<	0,1	NS	NS	NS	0,1	NS	NS	NS

(índice de amarillo) de la grasa. Las perdidas que se producen por cocción son mayores en la carne de los animales alimentados con ensilados de pradera que en la de los de pienso, sin embargo resultan iguales que para la de la carne obtenida con ensilado de maíz, que son similares a la que se producen en la carne de pienso. Por otra parte, estas diferencias solo se observan en los animales Holstein-Friesian y en cualquier caso las diferencias son muy pequeñas.

La carne de los animales alimentados con ensilados tiende a ser ligeramente más oscura (disminuye el índice L^*) que la de los alimentados con concentrados. Esto podría deberse al nivel energético de la ración, ya que el valor L^* disminuyó al pasar de concentrados a ensilado de maíz y de aquí al de pradera. En cualquier caso, las diferencias son pequeñas y cuando se consideran las razas solo se manifiestan de modo significativo en los terneros gallegos. El índice de amarillo b^*, de la grasa se comportó en sentido contrario que el índice de luminosidad L^* de la carne.

Por lo que se refiere al veteado, aunque no de forma significativa (únicamente $p<0,1$), parece que disminuye, como seria lógico, al disminuir el nivel energético de la ración, pues lo hace al pasar la base de la ración, del concentrado al ensilado de maíz y de aquí al ensilado de pradera. Esta tendencia no se confirma cuando se observa el contenido en grasa de la carne.

Cuando se comparan las dos razas únicamente se observan diferencias significativas, además de en el pH de la carne, en los índices cromáticos a^*, de rojo y L^*, de luminosidad de la carne y grasa, respectivamente. La tendencia seria a ser mas clara la carne y la grasa de los animales gallegos. Las diferencias en el pH, aunque significativas, resultan muy pequeñas.

Conclusiones

Se puede decir, por lo que se refiere a la conformación y a la cantidad de carne y hueso en la canal, que las canales de los animales alimentados con ensilado de pradera y sacrificados de 400

kg, resultan algo peores que las de los cebados a pienso. Para otras características las diferencias son pequeñas. Cuando se alimenta con maíz ensilado las diferencias no son significativas. Las canales de los animales alimentados con ensilado de maíz pueden competir en el mercado con las obtenidas con concentrados. Por lo que se refiere a la carne, los sistemas de alimentación utilizados influyeron muy poco en las características estudiadas.

Referencias bibliográficas

CARBALLO, J. A.; MONSERRAT. L.; SANCHEZ, L., 2001. Composición de la canal bovina.

En: *Metodologia para el estudio de la calidada de la canal y de la carne de en rumiantes*, 105-123. Co.: V. CAÑEQUE, C. SAÑUDO. Monografias INIA. Serie Ganadera nº 1.Madrid.

HAMM, R., 1977. Citado por Pla (2001).

HONIKEL, K. O., 1997. Reference method supported by OECD and their use in mediterraneam meat products. *Food Chemistre*, **9 (4)**, 573-582.

KEANE, G.; DRENNAN, M. J., 1980. Effects of diet type and feeding level on performance, carcass composition and efficiency of Friesian steers serially slaughtred. *Ir.J.Agric.Res.*,**19**, 53-67.

LARICK, D. J.; HEDRICK, H. B.; BAILEY, M. E.; WILLIANS, J. E.; HANCOCK, D. L.; GARNER, G. B.; MORROW, R. E., 1987. Flavor constituents as influenced by forage and grain feeding. *Journal of Food Science*, **52**, 245- 251.

OFFER, G.; KNIGHT, P., 1988. Tue estructural basis of water-holding in meat. Part. 2: Drip losses. En: *Developments in Meat Science* **4**, 121-134. Ed: R. LAWRIE. Elsevier, Oxford.

PLA, M., 2001. Medida de la capacidad de retención de agua. En: *Metodologia para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes.*, 173-179. Co. V. CAÑEQUE, C. SAÑUDO Monografias INIA. Serie Ganadera nº 1. Madrid.

REBELIN, J., 1979. Influence de croissance sur la composition du gain de poid des bovins: variation selon la race et la sexe. *Ann. Zootech.*, **28**, 209-221.

EFFECTS OF DIET TYPE ON CARCASS AND MEAT QUALITY OF RUBIO GALLEGO AND HOLSTEIN-FRIESIAN YOUNG BULLS.

SUMMARY

In a factorial desing 2 x 3 with sisty animals (two races: Rubio Gallego and Holstein-Friesian; and three feeding systems: Concentrate *ad libitum*, maize silage and 1.5 kg/day of concentrate and grass silage with 2 kg/day of concentrate) sacrified with 400 kg of live weight, carcass and meat quality were studied.

The animals´ carcass fed with grass silage were worst (worst conformation with less meat and more bone) than the ones fed with concentrate *ad libitum*. When they were fed with maize silage, carcass were similar to the ones obtained with concentrates, to which they can compete in the market. Referring to meat, feeding systems used, influenced very little on the characteristics studied.

Key words: Silages, beef production, beef systems, meat cattle.

EFECTO DEL MANEJO DEL PASTOREO, MONOESPECÍFICO O MIXTO CON OVINO O CAPRINO, DE LOS TERNEROS AÑOJOS, EN LAS GANANCIAS INDIVIDUALES Y PRODUCTIVIDAD EN PRIMAVERA

A. Martínez, P. Castro y K. Osoro

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Medio Rural y Pesca. 33820. Grado. Asturias. (España). anmartinez@serida.org

Resumen

Con el objetivo de buscar opciones ganaderas alternativas a los sistemas tradicionales (vacuno lechero, vacas de cría) se estudian estrategias de manejo para la producción de carne en base a pasto con terneros pasteros nacidos en invierno, manejados con sus madres y destetados a finales de verano (bajada de puerto), para posteriormente ser cebados en pastoreo. Se estudia un diseño factorial de 2 razas de terneros [Asturianos de los Valles (AV) y Asturianos de la Montaña (AM)] x 2 estados fisiológicos (enteros o castrados) x 3 manejos en pastoreo (solos o en pastoreo mixto con ovino o caprino). En los lotes mixtos se manejaron 2,5 pequeños rumiantes con cría por ternero. Se trabajó con un total de 72 terneros de raza AV y 77 de raza AM, junto con 144 cabras cachemir con 189 cabritos y 128 ovejas con 149 corderos. Las ganancias de peso de los terneros que pastaron con cabras (0,96 kg/día) eran (P<0,05) mayores que las de los terneros que pastaban solos (0,92 kg/día) y de los que pastaban con ovejas (0,83 kg/día). Las ganancias medias diarias (0,96 kg) de los terneros de raza AV (enteros y castrados) fueron significativamente (P<0,01) superiores a los de la raza AM (0,84 kg). La castración afectó negativamente (P<0,001) a las ganancias de los terneros, siendo éstas de 1,02 kg/día en los enteros y de 0,79 kg/día en los castrados. La cantidad de kg de carne producidos por ha fue de 457 en el pastoreo monoespecífico y de 608 y 637 kg en el pastoreo mixto con ovino o caprino respectivamente, lo cual se tradujo en un incremento considerable de los ingresos del grupo mixto de caprino (159) y de ovino (135) respecto a los monoespecíficos siendo éste el de referencia (100).

Palabras clave: Pastoreo mixto, añojos, caprino, ovino, producción.

Introducción

Con la política de favorecer el abandono de la producción lechera, se está dando un cambio importante en los censos ganaderos de las comunidades del norte de la península con un aumento considerable de las vacas de cría. Entendemos que muchas explotaciones de leche acogidas al abandono se encuentran localizadas en zonas favorables, en las que se podrían desarrollar sistemas de producción más eficientes y rentables que los de vacas de cría, considerando la posibilidad de diversificar la producción.

Diversos trabajos han puesto en evidencia las diferencias en conducta de pastoreo entre el vacuno, el ovino y el caprino, por lo que se puede dar un grado de complementariedad importante, que

contribuya a incrementar la productividad de forma significativa mediante el manejo de rebaños mixtos frente a los monoespecíficos. En las condiciones de Irlanda se han cuantificado incrementos significativos, en torno al 25 %, de la productividad de los rebaños mixtos de vacuno y ovino frente a los monoespecíficos de vacuno (Nolan y Connolly, 1977). En relación con el comportamiento del caprino se ha observado, que en los pastos de raigrás y trébol, aprovechados por el caprino se produce un incremento significativo de la presencia y aportación del trébol (Del Pozo *et al.*, 1996), sin embargo, las posibles repercusiones en las variaciones de peso de los terneros que pastan junto a las cabras no están claras.

El objetivo de este trabajo consiste en cuantificar el efecto del tipo de rebaño monoespecífico de terneros o mixto con ovino o caprino en las variaciones de peso individuales, en la productividad y en los ingresos económicos por ha.

Material y métodos

Localización

Los trabajos se desarrollaron durante 2 ciclos productivos (2000-01 y 2001-02) en la finca experimental de La Mata - Grado (Asturias), zona interior a 75 m de altitud, donde se dispone de una finca de 20 ha con praderas sembradas de raigrás inglés (*Lolium perenne* L.), raigrás híbrido (*Lolium x Boucheanum* Kunt) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

Pasto

El abonado de las parcelas fue de 120 kg/ha de N (40 kg en febrero, 40 kg en abril y 40 kg en mayo), 100 kg de P_2O_5 y 80 kg de K_2O aportados ambos a la salida del invierno.

Tratamientos

Se estableció un diseño factorial: 2 razas (Asturiana de los Valles y Asturiana de la Montaña) x 2 estados fisiológicos (entero y castrado) x 3 tipos de rebaño (monoespecífico de terneros, terneros con caprino y terneros con ovino) sobre las variaciones de peso individuales de los animales, las productividades y los ingresos económicos por ha.

Animales y manejo

La distribución de animales por tratamiento se expone en la tabla 1.

Tabla 1: Distribución de los animales por tratamientos.

	Tipo de rebaño			
	Solos tern	Mixto caprino	Mixto ovino	TOTAL
A. de los Valles				
Enteros	7	20	15	42
Castrados	2	16	12	30
A. de la Montaña				
Enteros	11	21	19	51
Castrados	2	13	11	26
Cabras		144		144
Cabritos		189		189
Ovejas			128	128
Corderos			149	149

Vacuno

Se emplearon un total de 72 terneros de raza Asturiana de los Valles (42 enteros y 30 castrados) y 77 de raza Asturiana de la Montaña (51 enteros y 26 castrados) nacidos en invierno-primavera y destetados en octubre. Tras el destete los terneros fueron manejados en pastoreo durante el otoño suplementados con 1,5 kg concentrado/ternero y estabulados para la invernada recibiendo durante este periodo una alimentación restringida: (1,5 kg de concentrado a base de harina de cebada, 2,5 kg de pulpa de remolacha y 2 kg de paja de cereal). A principios de marzo los terneros añojos, parte de los cuales ya castrados (la castración se realizó en la invernada), inician el pastoreo de primavera. A finales de mayo se procede a suplementar los terneros con 2 kg de concentrado por cabeza.

Ovino-caprino

También se emplearon 144 cabras con 189 crías de raza cachemir y 128 ovejas con 149 crías de raza gallega y latxa, paridas al final del invierno, lo que provocó la salida al pasto con retraso respecto ala de los terneros. Las crías eran destetadas al final del pastoreo de primavera (junio-julio). En los sistemas mixtos se manejaron 2,5 ovejas o cabras con sus crías por ternero y la carga de terneros fue de 4,5/ha.

Controles

Animales: Se pesaron dos días consecutivos a la semana del inicio y al final del periodo de pastoreo, intercalando pesadas simples cada 3 semanas. En el caso de las ovejas y las cabras, coincidiendo con la pesada, se puntuó la condición corporal de éstas siguiendo los criterios establecidos por Russel *et al.*, (1969). A finales de la invernada las cabras se peinaron para la recolección de la fibra de cachemir, pesando la cantidad recogida.

Todos los animales fueron desparasitados al inicio de los pastoreos de otoño y de primavera.

Vegetación: Se midió la altura del pasto (en cm) dos veces por semana en 40 puntos dobles por parcela mediante una regla diseñada por Barthram (1986).

Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de varianza multifactorial (según diseño experimental) utilizando el paquete estadístico SPSS.

Resultados y discusión

Los resultados para el vacuno se muestran en la tabla 2 y para el ovino y caprino en la tabla 3.

Tabla 2: Variaciones de peso en terneros de raza Asturiana de los Valles (AV) y Asturiana de la Montaña (AM) enteros (Ent) o castrados (Cast) según tipo de rebaño (TR) en el pastoreo de primavera, en praderas sembradas con raigrás y trébol.

	Tipo de rebaño														
	Terneros solos				Terneros con caprino				Terneros con ovino						
RAZA	AV		AM		AV		AM		AV		AM		Significaciones		
Est. fisiológico (EF)	Ent	Cast	Ent	Cast	Ent	Cast	Ent	Cast	Ent	Cast	Ent	Cast	TR	Raza	EF
Peso inicio (kg)	346	343	308	276	342	325	272	248	330	336	280	260	NS	***	NS
Días pastoreo	120	144	120	144	127	132	127	132	123	129	123	129	NS	NS	NS
Altura pasto (cm)	6,71	6,71	6,71	6,71	6,13	6,13	6,13	6,13	5,74	5,74	5,74	5,74	NS	NS	NS
Variación P.V. (Kg/día)	1,08	0,90	0,98	0,71	1,17	0,86	0,98	0,81	1,02	0,74	0,86	0,70	*	**	***

P.V.: Peso vivo; Significaciones estadísticas del parámetro medido: ***, **, * significativo al 1‰, 1% y 5% respectivamente, NS: no significativo.

Tabla 3: Variaciones de peso en ovejas, cabras y sus crías pastando con terneros en primavera en praderas sembradas con raigrás y trébol.

					Significaciones	
	Cabra[1]	Cabrito	Oveja	Cordero	Ov/Ca	Cr/Cb
Peso inicio (kg)	42,1	5,5	40	9,5	NS	**
Días de pastoreo	106	106	104	104	NS	NS
Altura pasto (cm)	6,1	6,1	5,7	5,7	NS	NS
Variación P.V. (g/día)	1	131	71	183	***	***
CC inicio	2,51		2,61		NS	
Variación CC	0,13		0,71		***	

[1] Cantidad de fibra: 76 g. P.V.: Peso vivo; CC: Condición corporal. Significaciones estadísticas del parámetro medido: ***, **, * significativo al 1 ‰, 1 % y 5 % respectivamente, NS: no significativo.

Altura del pasto

La altura media del pasto a lo largo de la primavera resulta ser la más baja (5,7 cm) en el tratamiento mixto de terneros con ovino, y la más alta (6,7 cm) en las parcelas de los grupos de terneros solos, siendo en el grupo mixto de terneros con caprino de 6,1 cm. Estas diferencias no llegaron a ser significativas, debido a la variación de la altura dentro de cada tratamiento a lo largo del pastoreo de primavera. La menor altura de los tratamientos mixtos de vacuno con ovino, respecto a los mixtos con caprino muestran la mayor competencia y por lo tanto menor complementariedad entre el vacuno y el ovino que entre el vacuno y el caprino tal como ha sido observado en diversos trabajos y condiciones (Aldezábal, 2001).

Variaciones de peso

Se observa que las variaciones de peso de los terneros que pastan con las ovejas (0,83 kg/día) son significativamente (P<0,05) más desfavorables que las de los terneros que pastan solos (0,92 kg/día) o con cabras (0,96 kg/día). Las variaciones de peso de los terneros con ovino podrían responder a la menor altura de pasto disponible como consecuencia de la significativa (P<0,05) mayor presión de pastoreo (1642 kg pv: 1194 vacuno + 448 ovino) ejercida frente al vacuno solo (1286 kg). Sin embargo dicha diferencia en presión no se da respecto al grupo mixto con caprino (1636 kg: 1223 kg de vacuno + 413 kg de caprino) lo que evidencia la mayor complementariedad entre vacuno y caprino. Se sabe que el pastoreo del caprino reduce la cantidad de material senescente y espigas, y favorece el desarrollo del trébol blanco, mejorando la calidad del pasto en oferta. A diferencia de otros trabajos (Thomson y Power, 1993) en éste se ha cuantificado una respuesta positiva en las variaciones de peso de los terneros. Quizás las condiciones climáticas, en especial la temperatura del área geográfica en el que se han realizado alguno de los trabajos, han limitado el desarrollo del trébol blanco, a pesar de que el pastoreo del caprino haya incrementado su presencia. Por otra parte, en un trabajo previo (Osoro *et al.*, 1997) realizado en la misma finca experimental se cuantificaron mayores diferencias que en el presente estudio. Probablemente el hecho de que en dicho trabajo solo se manejaron terneros de raza AV enteros, frente a éste en el que además de terneros de raza AV se han manejado terneros de raza AM y animales castrados de ambas razas, es decir animales con menor potencial de respuesta a los cambios que se puedan dar en la cubierta vegetal, sea la razón principal de las menores diferencias observadas en el presente trabajo. Así comprobamos que los terneros de raza AM tenían un peso al inicio (274 kg) significativamente (P<0,001) inferior a los de raza AV (337 kg) y que sus ganancias (0,84 kg/día) también fueron significativamente (P<0,01) inferiores a los de la raza AV (0,96 kg/día). Corroborando lo indicado anteriormente los terneros castrados también tuvieron ganancias de peso (0,79 kg/día) significativamente (P<0,001) inferiores a los enteros (1,02 kg/día). Por otra parte el grado de desarrollo del trébol como respuesta al manejo, inicialmente, puede ser diferente entre parcelas y réplicas dependiendo de la situación de partida. No obstante, las interacciones entre los factores principales no fueron significativas.

Las recuperaciones de peso de las ovejas (71 g/día) son significativamente (P<0,001) mayores que en las cabras que mantienen el peso. El peso de las ovejas (40 kg) y de las cabras (42 kg) al inicio del pastoreo no eran significativamente diferentes, ni tampoco la condición corporal, que fue de 2,6 y 2,5 respectivamente. La condición corporal de las ovejas (3,3) al final de la estación de pastoreo de primavera, era significativamente (P<0,001) mayor que la de las cabras (2,6). Las ganancias de los corderos (183 g/día) también son significativamente (P<0,001) mayores que las de los cabritos (131 g/día). El peso de los corderos (9,5 kg) al inicio del pastoreo era significativamente (P<0,01) mayor que el de los cabritos (5,5 kg).

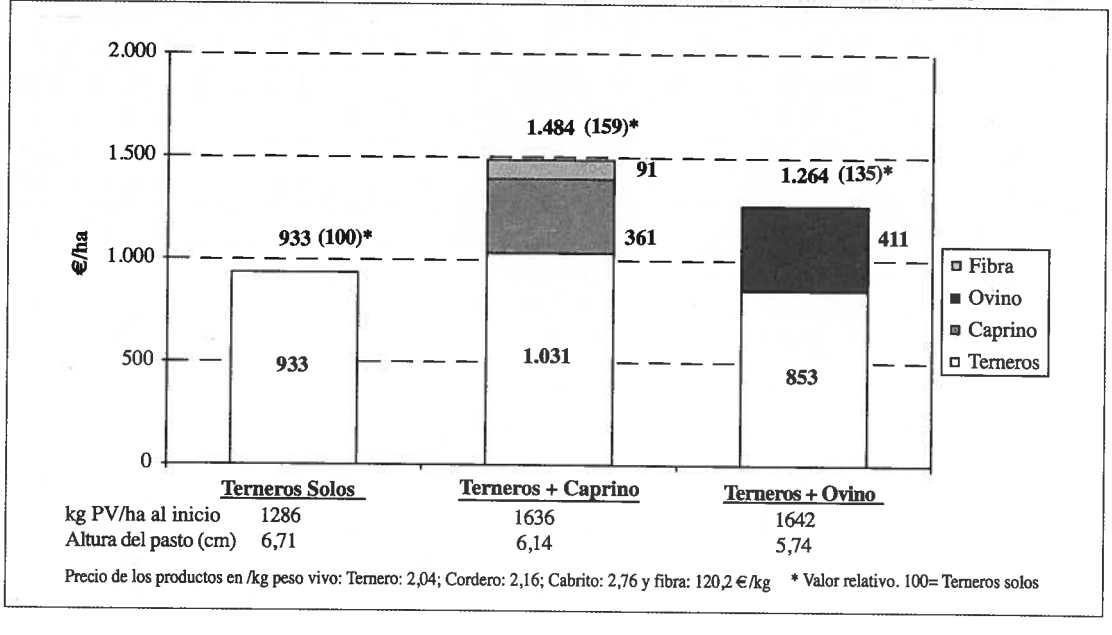
Productividad: kg de carne por ha

Como resultado de las diferencias en las variaciones de peso de los terneros y de la aportación complementaria de los pequeños rumiantes a la producción se cuantifican incrementos destacables en los kg de carne producidos por ha según el sistema de manejo. Los rebaños de añojos con ovino llegan a producir 608 kg de carne y los mixtos con caprino 637 kg de carne, mientras los monoespecíficos de vacuno producen 457 kg, es decir los incrementos de producción son del 33 y 39 % respectivamente. En el caso del caprino, si se manejara la raza cachemira, como en el presente trabajo, tendríamos la producción adicional de fibra.

Ingresos

Si las diferencias en producción resultan favorables a los sistemas mixtos, por lo que a los ingresos se refiere dichas diferencias, en las actuales condiciones de mercado, incrementan a favor de los sistemas mixtos, tal como se refleja en la figura 1. Ello se debe al mejor precio existente para la carne de cordero y en especial para la de cabrito, frente a la carne de vacuno. Por ello el grupo mixto con caprino al valorar los ingresos por carne e incluir el valor de la fibra de cachemir, por la cual se paga un precio considerable (120 €/kg), incrementa la diferencia con respecto a los otros dos grupos o manejos. Si bien ésta es la situación más frecuente hay que tener en cuenta la variabilidad que se da en las condiciones de mercado y la posibilidad de obtener un precio más favorable para la carne de los añojos castrados. No obstante se debe considerar también el menor crecimiento de estos bueyes jóvenes respecto a los añojos enteros y las diferencias entre los tipos de rebaños planteados.

Figura 1: Valor comercial en €/ha por tipos de rebaños en pastoreo de primavera sobre praderas de raigrás y trébol.



Conclusiones

En las condiciones de la Cornisa Cantábrica, los rebaños mixtos de terneros pasteros con ovino o con caprino manejados en pastoreo incrementan significativamente (30-40 %) la cantidad de kg de carne producidos por ha.

Los rebaños mixtos constituyen una opción interesante, ya que además de incrementar significativamente los ingresos reducen el riesgo ocasionado por los cambios de mercado.

Aunque la producción y los ingresos resultan mayores en los rebaños mixtos de terneros con caprino, cualquiera de las dos opciones (con caprino o con ovino) resulta interesante.

Referencias bibliográficas

ALDEZÁBAL, A., 2001. El sistema de pastoreo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Interacción entre la vegetación supraforestal y los grandes herbívoros. *Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón.* Serie Investigación, **28**.

BARTHRAM, G.T., 1986. Experimental Techniques: the HFRO sward stick. HFRO. *Biennial report* 1984-85: 29-30.

DEL POZO, M.; WRIGHT, I.A.; WHYTE, T.K.; COLGROVE, P.M., 1996. Effects of grazing by sheep or goats on sward composition in ryegrass/white clover pasture and on subsequent performance of weaned lambs. *Grass and Forage Science*, **51**: 142-154.

NOLAN,T.; CONNOLLY, I., 1977. Mixed stocking by sheep and steers. *A review Herbage Abstracts*, **47**: 367-374.

OSORO, K; MARTINEZ, A; ALVAREZ, J; ALPERI, J Y NOVAL, G.,1997. Cebo en pastoreo de terneros procedentes de vacas de cría con paridera en invierno – primavera. Resultados de diferentes estrategias de manejo. *Serie Informes Técnicos* 3/97 CIATA.

RUSSEL, AJ.F.; DONEY, J.M.; GUNN, R.G., 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci. Cambridge* ,**72**: 451-454.

THOMSON, N.A.; POWER, M.T., 1993. An evaluation of a possible complementary effect of grazing goats with bulls in an intensive bull beef system. *Proc. NZ. Soc. Anim. Prod.* **53**: 23-27.

EFFECT OF YEARLING CALVES GRAZING MANAGEMENT, SINGLE O MIXED WITH SHEEP OR GOATS ON LIVE WEIGHT CHANGES AND PRODUCTIVITY DURING THE SPRING.

SUMMARY

With the objective to develop new livestock systems as alternative of the traditional dairy and beef production systems different grazing management strategies for meat production with weaned calves from winter-spring calving suckler cows were studied. A factorial design of 2 breed [Asturiana de los Valles (AV) and Asturiana de la Montaña (AM)] x 2 physiological status (entire or castrated) x 3 managements systems (single grazing or mixed grazing with sheep or goats) was managed. In the mixed grazing groups 2.5 ewes or does with their lambs or kids per calf were managed. A total of 72 AV calves and 77 AM calves together with 144 cashmer does with 189 kids and 128 ewes with 149 lambs we used. Calves live weight gains of those grazing with goats (0.96 kg/day) were ($P<0.05$) higher than the 0.92 and 0.83 kg/day achieved by those grazing alone or with sheep respectively. AV calves had a higher ($P<0.01$) live weight gains (0.96 kg/day) than AM calves (0.84 kg/day). Also castrated calves had a significantly ($P<0.001$) lower live weight gains (0.79 kg/day) than entire (1.02 kg/day). The live weight produced was 457 kg/ha under cattle single grazing and 608 and 637 kg/ha under mixed grazing with sheep or goats respectively. The economical income percentage of the mixed systems would be 135 with sheep and 159 with goats in relation with the single cattle grazing (100).

Key words: mixed grazing, calves, goat, sheep, production.

VARIACIONES DE PESO DE OVEJAS, CABRAS Y VACAS DE CRÍA MANEJADAS EN PASTOREO MIXTO EN MATORRALES DE BREZAL-TOJAL CON ZONAS DE PASTO DE RAIGRÁS Y TRÉBOL

U. García, K. Osoro y A. Martínez

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Medio Rural y Pesca. 33734. Sierra de San Isidro Monte Carbayal - Illano. (España).

Resumen

Se estudian las variaciones de peso de ovejas, cabras y vacas de carne cuando son manejadas en un brezal – tojal (parcela de 22 ha) en el que se dispone de una zona (20 % del total de la superficie) con pasto sembrado dominado por raigrás inglés y trébol blanco. Se han manejado durante los años 2000 y 2001 animales de las tres especies en pastoreo mixto continuo. Las vacas de carne obtuvieron ganancias de peso de 835 g/día en el pastoreo de primavera, siendo la altura de la hierba en la zona mejorada de 5 a 7 cm. Sin embargo en el verano (altura del pasto 3,5 cm), otoño (2,7 cm) e invierno tuvieron pérdidas de 314, 458 y 537 g/día respectivamente. A diferencia de las vacas, las ovejas y las cabras incrementaron el peso en 80 y 66 g/día y 22 y 10 g/día en la primavera y en el verano respectivamente, mientras que en el otoño las ovejas ganaron 15 g/día y las cabras perdieron 24 g/día. No obstante en el invierno, nuevamente tanto las ovejas como las cabras ganaron peso (53 y 26 g/día) y condición corporal. Los resultados reflejan la buena adaptación de los pequeños rumiantes, en especial del ovino, para el aprovechamiento de estos brezales – tojales parcialmente mejorados, y las limitaciones del vacuno para mantener su peso y condición corporal cuando la altura del pasto en la zona mejorada se situó por debajo de 4,0 cm.

Palabras clave: matorral, montaña, vegetación disponible, altura pasto, época de pastoreo.

Introducción

Para conseguir un aprovechamiento eficiente de los recursos pastables, la primera información con la que se debe contar es la respuesta productiva de los animales ante determinadas situaciones de disponibilidad de recursos pastables y sus causas. Las variaciones de peso y condición corporal de los animales son un reflejo de la cuantía y calidad de la ingesta a lo largo del año. La cantidad de la ingesta difiere entre las especies animales y varía con la época del año en función de la disponibilidad y calidad de los componentes de la cubierta vegetal.

En general el ganado caprino es conocido por su capacidad de pastar o ramonear las especies leñosas como brezos y tojos, sin embargo en el vacuno dicha capacidad de selección es muy limitada e ingiere fundamentalmente herbáceas. El ovino, por lo general, muestra una situación intermedia ingiriendo también leñosas (Celaya *et al.*, 2003). No obstante, son diversas las variables y factores vegetales que condicionan la selección de dieta en éstos y consiguientemente el rendimiento anual.

En este trabajo se estudian las variaciones de peso y condicion corporal de vacas, ovejas y cabras cuando son manejadas en pastoreo mixto en brezales-tojales con zonas de pasto de raigras y trébol.

Material y métodos

Localización

El trabajo se desarrolla en zona de montaña, en el occidente de Asturias, en la Sierra de San Isidro, Monte Carbayal – Illano, a 900-1000 m de altitud. Se utiliza una parcela de 22,3 ha, de las cuales 17,7 (79,4 %) están cubiertas por vegetación natural, constituida en su mayoría por brezales-tojales donde dominan ericáceas como *Erica umbelata, Erica cinerea* y *Calluna vulgaris*, junto al tojo *Ulex gallii* y con escasa presencia de especies herbáceas, fundamentalmente gramíneas acidófilas. En las 4,6 ha restantes (20,6%) en otoño de 1999 se procedió a realizar las labores (roturación, fertilización y siembra) para el establecimiento de pasto con una mezcla de raigrás inglés (*Lolium perenne* L.), raigrás híbrido (*Lolium x Boucheanum* Kunt) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

Animales y manejo

Se han manejado 25 a 40 ovejas de raza gallega, 25 a 40 cabras de razas cachemira y celtibérica y cinco a ocho vacas de raza Asturiana de los Valles todas ellas no lactantes, en pastoreo mixto desde la primavera hasta mediados del invierno en los años 2000 y 2001.

Controles

Presión de pastoreo: Cada 15 días se midió la altura del pasto en la zona mejorada, en 100 puntos al azar para lo que se utilizó una regla específica (Barthram, 1986).

Peso animales: Los animales se pesaron mensualmente y se valoró su condición corporal según Lowman *et al.*, (1976) en el vacuno, y Russel *et al.*, (1969) en el ovino y caprino.

Elaboración y análisis de datos

Para poder comparar entre especies las variaciones de peso, se calcularon las variaciones medias diarias para cada periodo. Dicha variación se ha dividido por el peso vivo del animal al inicio del periodo, por lo tanto serían variaciones en gramos por kilogramo de peso vivo, teniendo en consideración que el peso vivo es un denominador de la capacidad de ingestión. Para ver las posibles diferencias entre especies y épocas en dicha variación relativa se ha realizado el análisis de varianza para dichos efectos principales, especie y época (SPSS 1989).

Resultados y discusión

Altura del pasto

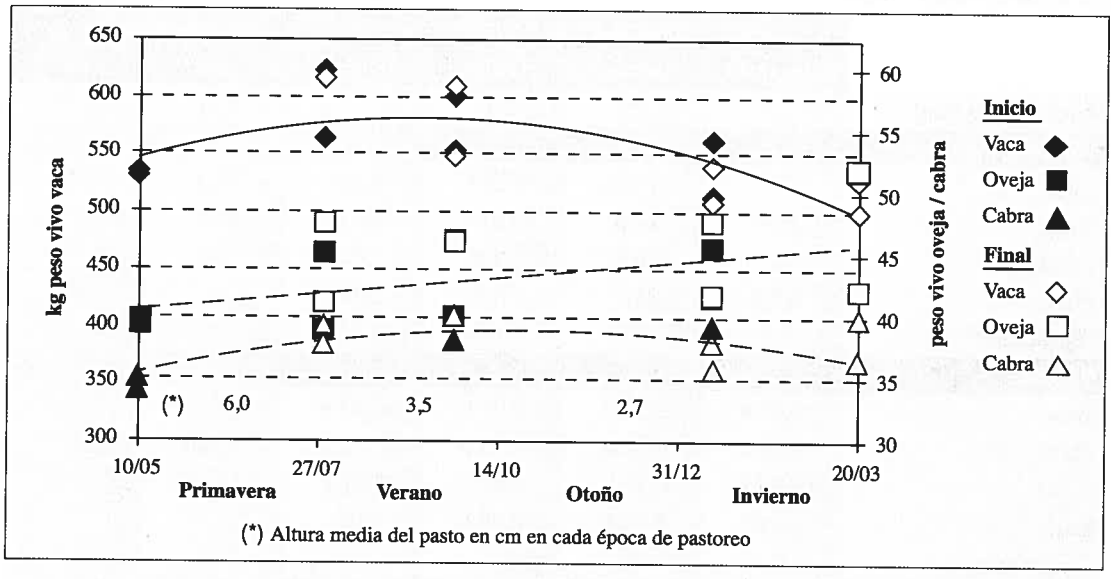
La altura media del pasto en la zona mejorada disminuyó rápidamente desde el comienzo de la estación de pastoreo, para situarse en verano en los 3,5 cm y en el otoño por debajo de los 3,0 cm. Es decir, que la disponibilidad de pasto de calidad en el verano-otoño estuvo muy limitada por la biomasa de pasto mejorado.

Variaciones de peso

Época

La época influyó muy significativamente ($P<0,001$) en las variaciones de peso y condición corporal de las tres especies animales (Tabla 1). No obstante, existen ciertas diferencias entre las especies, siendo el efecto de la época, y por tanto de la disponibilidad de los recursos pastables, más acentuado en el vacuno que en los pequeños rumiantes y dentro de éstos más en el caprino que en el ovino (Figura 1).

Figura 1. Peso vivo de vacas, ovejas y cabras al inicio y final de cuatro épocas de pastoreo en parcelas de brezal-tojal con zonas de raigrás-trébol.



Primavera: Las variaciones de peso de las vacas fueron muy favorables en la primavera, recuperando 835 g/día con un pasto de cinco a siete cm de altura media. Las ganancias de las ovejas (71 g/día) y cabras (66 g/día), en las mismas condiciones, también fueron aceptables, no observándose diferencias significativas entre estas dos especies de pequeños rumiantes.

Si consideramos la variación de peso diaria en función del peso vivo inicial (g/kg p.v.) con el fin de poder comparar en alguna medida las tres especies, nos encontramos, con que la diferencia entre especies no resulta significativa para esta época del año y condiciones de disponibilidad de vegetación, oscilando los valores entre el 1,6 de las vacas y 2,1 de las cabras y ovejas.

Verano: En esta época, al reducirse la oferta de pasto de calidad (altura media en la zona mejorada 3,5 cm), se modifican las diferencias entre el vacuno y los pequeños rumiantes, en cuanto a las variaciones de peso. Las ganancias de los pequeños rumiantes se reducen (ovejas 22 g/día; cabras 10 g/día) no existiendo diferencias significativas entre ambas especies y en el caso del vacuno pasan de ganar 835 g/día a perder 314 g/día.

Al relacionar las variaciones de peso con el peso vivo inicial, a diferencia de lo observado en la primavera, en esta situación de menor disponibilidad de pasto, dicho índice de variación resulta negativo en las vacas (-0,5) mientras que en los pequeños rumiantes se mantienen índices positivos (0,5 para las ovejas y de 0,3 en las cabras). Es decir, que las variaciones de peso comienzan a mostrar la interacción entre disponibilidad de recursos pastables y capacidad de selección de dieta e ingestión de los rumiantes domésticos, marcándose ésta a favor de los pequeños rumiantes frente al vacuno.

Otoño: En el pastoreo de otoño, al reducirse aún más la oferta de pasto de calidad (altura media de 2,7 cm en la zona mejorada), la situación desfavorable se agudiza para las vacas, incrementando las pérdidas de peso a 458 g/día. En estas condiciones el ovino, aún es capaz de mantener el peso (15 g/día) y el caprino experimenta algunas pérdidas (-24 g/día). El ovino muestra, también en estos brezales-tojales, su capacidad de obtener ingesta suficiente para mantener el peso vivo y la condición corporal en situaciones de escasa disponibilidad de pasto, tal como lo había mostrado en las comunidades vegetales naturales de montaña dominadas por *Calluna vulgaris* (Osoro *et al.*, 2000).

Tabla 1: Variaciones de peso, y de condición corporal en vacas, ovejas y cabras manejadas en parcelas de brezal-tojal con zonas de raigrás y trébol.

	ÉPOCA DE PASTOREO				Significación	
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	esd	Ep
Altura pasto (cm)	6,0	3,5	2,7		0,27	***
Var. peso (g/día)						
Vaca	835 a	-314 a	-458 a	-537 a	91,1	***
Oveja	80 b	22 b	15 b	53 b	5,8	***
Cabra	66 b	10 b	-24 b	26 b	6,0	***
esd	70,0	31,7	40,9	57,6		
Significación	***	***	***	***		
Var. CC						
Vaca	0,41 a	-0,12 a	-0,52 a	-0,17 a	0,070	***
Oveja	0 08 b	0,17 b	-0,13 b	0,31 b	0,038	***
Cabra	-0,17 b	0,11 b	-0,12 b	0,07 c	0,032	***
esd	0,062	0,044	0,053	0,056		
Significación	***	*	***	***		
Var. g/día kg pv inicio						
Vaca	1,6 a	-0,5 a	-0,8 a	-1,0 a	0,17	***
Oveja	2,1 a	0,5 b	0,4 b	1,3 c	0,15	***
Cabra	2,1 a	0,3 b	-0,6 a	0,6 b	0,18	***
esd	0,15	0,10	0,12	0,22		
Significación	NS	NS	***	***		

CC: Condición corporal; P.V.: Peso vivo; Ep: Época de pastoreo. Significaciones estadísticas del parámetro medido: ***, **, * significativo al 1‰, 1% y 5% respectivamente, NS: no significativo; los valores con igual letra no son significativos (P<0,05).

En el vacuno, como era de esperar, se sigue incrementando las pérdidas de peso según avanza la estación de pastoreo y se reduce la oferta de vegetación herbácea. Llama la atención el hecho de que en este periodo de otoño las cabras pierdan peso. Dicha pérdida de las cabras, en función del peso vivo, no resulta significativamente diferente del cuantificado para las vacas. Este comportamiento requiere prestarle especial atención, dado que la cantidad y altura de las herbáceas era muy limitada y baja, sin embargo la cantidad de vegetación leñosa (*Erica arbórea, Erica umbeleta, Erica cinérea, Calluna vulgaris,Ulex gallii*) disponible era abundante. Se trata de estudiar si en estas especies leñosas, en principio bastante apetecibles para el caprino, se produce algún cambio en su fisiología que suponga pérdida de apetecibilidad estacional para el caprino. La lignificación de las ericáceas y en especial el endurecimiento de las espinas de tojo, ya más desarrolladas, en otoño, además de suponer una pérdida de digestibilidad, puede condicionar seriamente la apetecibilidad de las mismas para los animales. El tamaño del bocado se podría ver reducido significativamente, en especial en el caprino, especie en la que el tojo representa un porcentaje importante de la ingesta obtenida en primavera y verano (Celaya *et al.*, 2003), comportamiento tambien observado por Clark *et al.* (1982).

En relación con la disponibilidad de herbáceas el caprino para maximizar la ingesta prefiere un pasto de mayor altura de la que precisa el ovino, y la reducción en la altura del pasto afecta más al caprino que al ovino (Osoro y Martínez., 1994).

Invernada: Con un pasto de menos de 2,5 cm de altura en la zona mejorada, en las vacas continúan incrementando la pérdida de peso, siendo de 537 g/día para este periodo. Sin embargo las

ovejas y también las cabras, en especial las primeras, recuperan peso (53 g/día) y condición corporal (0,31 unidades), siendo en estos pequeños rumiantes las variaciones de peso más favorables que las observadas en el periodo anterior (otoño). El incremento de peso se podría atribuir al avance de la gestación, sin embargo, los animales también mejoran en condición corporal, lo cual indica una recuperación de reservas.

Las recuperaciónes de peso y reservas en este periodo de invernada, tras las pérdidas de la otoñada, confirman la necesidad de estudiar las causas que llevan a los pequeños rumiantes, en especial al caprino, a las variaciones de peso más desfavorables del otoño.

Debido a las diferencias entre especies en cuanto a las variaciones de peso y condición, en las distintas épocas de la estación de pastoreo, con las mayores pérdidas del vacuno, la interacción época por especie fue muy significativa (P<0,001). Sin embargo, en el caso de no considerar el vacuno y solo estudiar la interacción del ovino y del caprino, la posible interacción de estas dos especies con la época, en cuanto a las variaciones de peso no llegó a ser significativa (P>0,05). Estos resultados ponen en evidencia, el efecto del tamaño en las variaciones de peso dependiendo de la disponibilidad vegetal, ya que incrementaron las diferencias a medida que escasea la oferta de herbáceas.

Efecto Año

El efecto año como tal no fue significativo. No obstante, al ser significativo el efecto del periodo de pastoreo se estudió la interacción periodo x año. Dicha interacción, no fue significativa para el conjunto de las tres especies, pero sí lo fue al considerar solo al ovino y caprino (P<0,05), a pesar de que no lo era para las variaciones en conjunto de la primavera y verano (Tabla 2).

Tabla 2: Variaciones de peso (g/día) de cada época de pastoreo de los dos años estudiados en ovejas y cabras manejadas en parcelas de brezal – tojal con zonas mejoradas.

	EPOCA DE PASTOREO			
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Ovino				
Año 1	111	24	15	74
Año 2	43	19	14	37
Caprino				
Año 1	66	16	-39	13
Año 2	65	2	-2	36
Significación A x E	**	NS	*	*

A: Año; E: Especie. Significaciones estadísticas del parámetro medido: ***, **, * significativo al 1‰, 1% y 5% respectivamente, NS: no significativo.

La interacción año x especie no fue significativa para las variaciones de peso de las ovejas y las cabras en el verano, pero si en la primavera (P<0,01) y en el otoño – invierno (P<0,05). La interacción de primavera se debe a las variaciones interanuales en el ovino, y la del otoño se debe a la variación interanual del caprino y la del invierno a ambas especies.

En resumen, los resultados apuntan las posibilidades y limitaciones en función de los recursos pastables disponibles, para el desarrollo de sistemas de producción sostenibles con cada una de las tres especies de rumiantes, vacuno, ovino y caprino en pastoreo monoespecífico o mixto, con el propósito de incrementar la eficiencia del sistema de producción.

Conclusiones

El ganado ovino parece la especie mejor adaptada para la utilización de estos brezales-tojales parcialmente mejorados.

El ganado vacuno tiene variaciones de peso favorables si la altura del pasto en la zona mejorada se mantiene alrededor de los cinco cm o por encima.

El ganado caprino en general tiene un buen comportamiento, por lo que a las variaciones de peso se refiere, salvo en el otoño, cuando la disponibilidad de pasto apetecible es baja. Se deben estudiar las causas de este comportamiento del caprino en el otoño.

El desarrollo de sistemas que utilizan eficientemente estos brezales-tojales parcialmente mejorados, probablemente conlleve el manejo de rebaños mixtos de ovino-caprino, a pesar de la mayor producción del ovino en rebaños monoespecíficos.

Referencias bibliográficas

BARTHRAM, G.T., 1986. Experimental Techniques: the HFRO sward stick. HFRO. *Biennial report* 1984-85: 29-30.

CELAYA, R.; OLIVÁN. M.; MARTÍNEZ, M.J.; MOCHA, M.; MARTÍNEZ, A.; GARCÍA, U.; GARCÍA, M.J.; OSORO K., 2003. Selección de dieta de ovinos, caprinos y vacunos en pastoreo mixto sobre matorrales de brezal-tojal con praderas mejoradas. En: Actas de la *XLIII R.C. de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Granada.* En prensa.

CLARK, D.A.; LAMBERT, M.G.; ROLSTON, M.P.; DYMOCK, N., 1982. Diet selection by goats and sheep on hill country. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, **42**, 155-157.

LOWMAN, B.G.; SCOTT, N.A.; SOMERVILLE, S.H., 1976. Condition scoring in suckler cows. *E. Scott. Coll. Agric.* Bull. nº 6.

OSORO, K.; MARTÍNEZ, A., 1994. Grazing behaviour and performance of goast and sheeps in partiellly improved heathland communities in the nutrition of fine fibre producing animals. *International workshop of EFFN.* Ed. J.P. Laker and A.J.F. Russel, **3**: 109-125.

OSORO, K.; OLIVÁN, M.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A., 2000. The effect of *Calluna vulgaris* cover on the performance and intake of ewes grazing hill pastures. *Grass and Forage Science*, **55 (4):** 300-308.

RUSSEL, AJ.F.; DONEY, J.M.; GUNN, R.G., 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci. Cambridge*, **72**: 451-454.

SPSS, 1989. SPSS for Windows, Realease 5.0.1. SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA.

LIVE WEIGHT CHANGES OF EWES, DOES AND COWS GRAZING HEATHLAND-GORSE VEGETATION WITH AREAS OF PERENNIAL RYEGRASS-WHITE CLOVER PASTURES

SUMMARY

The objective was to study the live weight changes of ewes does and beef cows on heathland-gorse vegetation with perennial ryegrass-white clover pasture covering a 20 % of the total area (22 ha). Animals were managed in a mixed continnuous grazing for two grazing seasons. Beef cows had live weight gain of 835 g/day during the spring grazing when mean sward height in pasture area was 5-7 cm. However in summer and autumn grazing (sward height 3,5 and 2,7 cm respectively) and in winter grazing cows loss 314, 458 and 537 g/day respectively. In contrast ewes and goats gained 80 and 66 g/day in spring and 22 y 10 g/day in summer.. However in autumn ewes gained 15 g/day and goats loss 24 g/day. During the winter, both, ewes and goats increased their live weight (53 and 26 g/day respectively) and body condition. Therefore liveweight changes of small ruminants, specially in sheep, show the better adaptation of these animal species to the use of partially improved heathland-gorse vegetation communities, and the difficulties that cattle had to maintain live weight and body condition when the sward height in the improved area is lower than 4,0 cm.

Key words: available vegetation, sward height, grazing season, mountain, scrub.

VARIACIONES DE PESO DEL OVINO Y CAPRINO EN BREZALES-TOJALES QUEMADOS

U. García, K. Osoro y A. Martínez

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Medio Rural y Pesca. 33734. Monte Carbayal - Illano. Asturias (España). anmartinez@serida.org

Resumen

El objetivo del presente trabajo es estudiar las variaciones de peso de las ovejas y de las cabras cuando son manejadas en estos brezales-tojales que han sido quemados en primavera. En un diseño de dos especies (ovejas y cabras) con dos repeticiones, manejando en el lote de cabras dos razas, locales y cachemira, se han estudiado las variaciones de peso de ambas especies a lo largo de cinco periodos de pastoreo: otoño e invierno del 2001, primavera, verano y otoño del 2002. En el primer periodo, otoño del 2001, (120 días tras la quema) fueron las ovejas las que obtuvieron variaciones de peso (59 g/día) más favorables que las cabras (29 g/día). Sin embargo, en los siguientes periodos, invierno y primavera fueron las cabras las que obtuvieron variaciones de peso más favorables, con menores pérdidas que las ovejas en la invernada y mayores ganancias en la primavera; en el periodo de verano no hubo diferencias entre especies y en el otoño las pérdidas de peso fueron mayores en las cabras (95 g/día) que en las ovejas (55 g/día). Dentro de las cabras las variaciones de peso siempre fueron más favorables en las cachemir que en las locales. Estas comunidades vegetales son incapaces de mantener sistemas sostenibles de producción animal, por lo que demandan mejoras en la producción y calidad de la vegetación disponible.

Palabras clave: matorral, pastoreo, rumiantes, producción, raza.

Introducción

Grandes extensiones del noroeste de la Península Ibérica están cubiertas por brezales-tojales, fundamentalmente en Galicia y en la parte occidental de Asturias. Dichas zonas son muy castigadas por los incendios, dándose en las mismas el mayor número de los que se producen en España (MAPA, 1997) causando importantes pérdidas económicas y ambientales (MMA, 1997). Los incendios se repiten con gran frecuencia, al recuperarse el matorral leñoso altamente combustible, castigando estas zonas con importantes pérdidas de suelo y problemas de erosión. Actuaciones de manejo y gestión ganadera adecuada en estas zonas para evitar la acumulación de material leñoso y favorecer con ello el cambio de la cubierta hacia material menos combustible, serían de gran valor económico incluso ambiental, dado que en la mayoría de las situaciones contribuirían también a un incremento de la biodiversidad.

Diversos trabajos (Radclife *et al.*, 1986; Celaya *et al.*, 2003) han puesto en evidencia la capacidad del ovino y en especial del caprino para aprovechar el brezal-tojal, pero son muy escasos y puntuales los trabajos realizados en brezales-tojales que han sufrido quemas. El objetivo del presente trabajo es estudiar las variaciones de peso de las ovejas y de las cabras sin cría, cuando son manejadas, con presiones de pastoreo altas, en brezales-tojales que han sido quemados.

Material y métodos

Localización

En una zona de brezal-tojal localizada a 900 m de altitud en la zona occidental de Asturias que se había realizado una quema controlada, se establecieron cuatro parcelas experimentales de 12.000 m^2 cada una. La cobertura vegetal de dichas parcelas está descrita por Martínez *et al.*, (2003).

Diseño experimental

Se estableció un diseño de 2 especies (ovino y caprino) x 2 repeticiones.

Animales y manejo

En cada parcela se introdujeron 12 animales, es decir la carga era de 10 cabezas por ha. En el caso del caprino la mitad (6) era de raza cachemira (31 a 36 kg p.v.), mientras que los otros 6 eran de tronco celtibérico (47 a 51 kg peso vivo), las propias de la zona. En los dos primeros periodos de pastoreo, correspondientes al otoño e invierno del 2001 en los grupos de cabras solo se manejaron animales de raza cachemir a diferencia del 2002, que se manejaron las dos razas. El peso medio inicial de las ovejas en los distintos periodos osciló entre 34 y 44 kg. Tanto las ovejas como las cabras eran adultas sin cría y se manejaron en pastoreo continuo en el otoño e invierno del 2001 y de primavera hasta el otoño en el 2002. No disponían de zonas de abrigo.

Controles

Vegetales

Se realizaron controles de fitomasa antes de iniciar el pastoreo (agosto 2001) tras la quema y al final del primer periodo de pastoreo del segundo año (julio 2002). (Ver Martínez *et al.*, 2003).

Animales

Las ovejas y las cabras fueron pesadas mensualmente desde la semana del inicio al final del periodo de pastoreo y valorada la condición corporal según los criterios establecidos por Russel *et al.*, (1969). Las variaciones en peso se han considerado para dos periodos del 2001 otoño e invierno y para tres primavera-verano-otoño del 2002.

Análisis estadístico

Las variaciones de peso y condición corporal de los animales fueron analizados mediante un ANOVA, (SPSS 1989) para un diseño factorial 2x2. En el caso del caprino también se estudió el efecto raza dentro de especie.

Resultados y discusión

Se observaron diferencias significativas ($P<0,05$) entre las ovejas y las cabras en cuanto a las variaciones de peso en los diferentes periodos y épocas del año. No obstante, las variaciones de peso a lo largo de los periodos no fueron en el mismo sentido (Tabla 1), en buena parte debido a los cambios en la cubierta vegetal (Martínez *et al.*, 2003) como resultado del manejo y de la época del año.

Periodo 1 (24/9/01 – 28/11/01)

En este primer periodo de pastoreo tras la quema, en el que la presencia del pasto es más abundante (28 % de la biomasa), además de contar con los brotes tiernos de las leñosas (ericáceas y tojo fundamentalmente 42 % de la biomasa), es cuando las ovejas obtuvieron incrementos de peso (59 g/día) significativamente ($P<0,001$) mayores que las cabras (29 g/día), aún teniendo las ovejas una mejor condición corporal (3,0) que las cabras (2,5) al inicio del pastoreo. Es conocido el efecto de la condición corporal sobre la ingestión, siendo más alta en aquellos animales de menor estado de carnes.

Tabla 1: : Peso (P), condición corporal (CC) al inicio y variación de peso y condición corporal de ovejas y cabras de raza Cachemir y de Tronco celtibérico (T. celtib) en parcelas de brezal-tojal durante 5 periodos diferentes de pastoreo.

	Oveja	Cabra Cachemir	Cabra T. celtib	Media	Significaciones	
					Ovj x Cb	Ch x Tc
Periodo 1 (24/9/01 – 28/11/01)						
P. inicio	34,6	30,73			*	
CC inicio	3	2,5			***	
Var. peso	59	29			***	
Var. CC	-0,05	0,03			NS	
Periodo 2 (28/11/01 – 30/1/02)						
P. inicio	38,23	32,63			***	
CC inicio	2,92	2,53			***	
Var. peso	-91	-48			***	
Var. CC	-0,5	-0,44			NS	
Periodo 3 (9/5/02 – 24/7/02)						
P. inicio	44,37	31,22	49,22	39,82	NS	***
CC inicio	3,14	2,44	2,68	2,55	***	*
Var. peso	-30	61	19	41	***	**
Var. CC	0,01	0,25	-0,02	0,12	NS	*
Periodo 4 (24/7/02 – 28/9/02)						
P. inicio	41,7	35,88	50,69	42,96	NS	***
CC inicio	3,16	2,69	2,66	2,67	***	NS
Var. peso	-38	-23	-47	-35	NS	NS
Var. CC	-0,24	-0,08	-0,16	-0,12	NS	NS
Periodo 5 (28/9/02 – 12/11/02)						
P. inicio	39,23	34,5	47,55	41,03	NS	***
CC inicio	2,91	2,63	2,5	2,57	**	NS
Var. peso	-55	-78	-111	-95	**	*
Var. CC	-0,33	-0,51	-0,5	-0,53	**	NS

Ch: Cachemir; Tc: Tronco celtibérico; Significaciones estadísticas del parámetro medido: ***, **, * significativo al 1‰, 1% y 5% respectivamente, NS: no significativo.

Periodo 2 (28/11/01 – 30/1/02)

En este periodo, ya de invernada, en las condiciones donde se ha desarrollado el trabajo, las ovejas pierden (91 g/día) significativamente (P<0,001) más peso que las cabras (48 g/día). Éstas diferencias en la variación en el caso del ovino con respecto al periodo anterior se deberían a la reducción en la disponibilidad de herbáceas, presentando las leñosas en esta época un nivel de lignificación alto. También el hecho de tener mayor condición corporal al inicio puede incidir en el incremento de la cuantía de las pérdidas.

Periodo 3 (9/5/02 – 24/7/02)

En este periodo se dispone del nuevo rebrote de primavera, el cual estará ya condicionado por los cambios originados en la cubierta y estructura vegetal por el pastoreo del otoño-invierno anterior (periodos 1 y 2). La cobertura y fitomasa de herbáceas era significativamente superior en las parcelas previamente pastadas por caprino (30 %), mientras que en las pastadas por ovino la cobertura y sobre todo la fitomasa de leñosas era importante; la del tojo representaba el 67 % y la de brezo el 19% del total (Martínez *et al.*, 2003). Estas diferencias en cobertura dieron lugar a dife-

rencias significativas (P<0,001) en las ganancias de peso entre las cabras y las ovejas, mientras las primeras ganaban 41 g/día las ovejas perdían 30 g/día. Dentro de las cabras también se observaban diferencias (P<0,01) debidas a la raza, dado que las de tronco celtibérico ganaban 19 g/día mientras las cachemir incrementaban su peso en 61 g/día.

Periodo 4 (24/7/02 – 28/9/02)

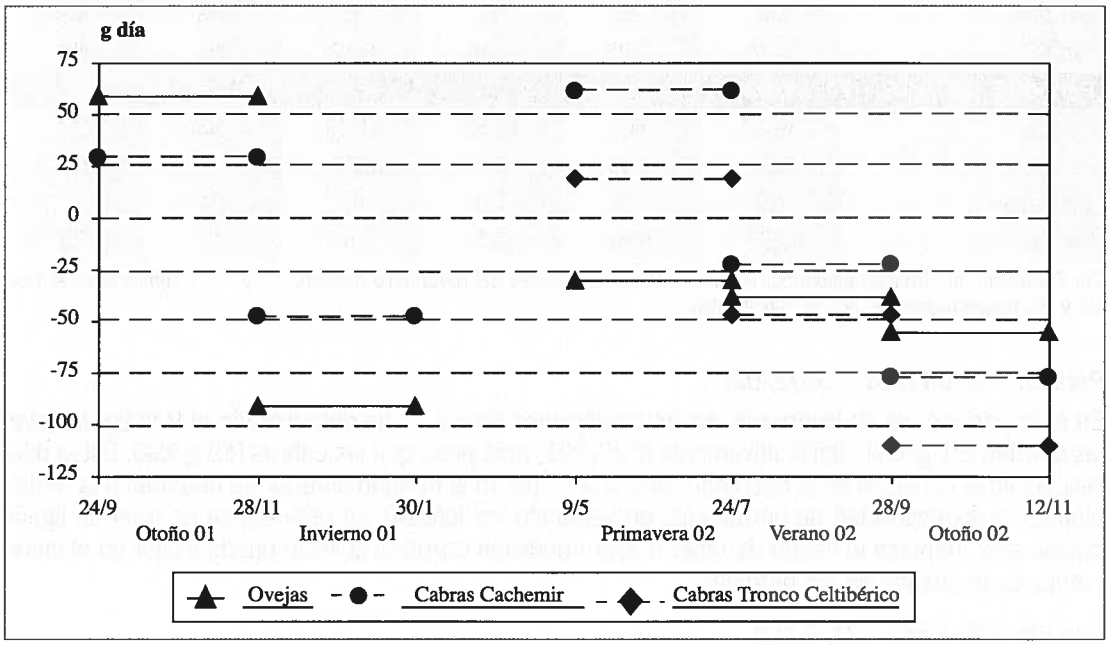
En este periodo, correspondiente al pastoreo de verano del segundo año, tanto las ovejas como las cabras pierden peso, siendo las cuantías similares 35 y 38 g/día respectivamente. En el caso de las cabras la variación tan importante en los cambios de peso del periodo anterior a este se deberían a la reducción de la disponibilidad y la calidad de las herbáceas y también de la vegetación de leñosas (Datos en elaboración).

En este periodo las diferencias en variación de peso entre las cabras autóctonas (-47 g/día) y las cachemira (-23 g/día) no llegaron a ser significativas (P<0,08), aunque nuevamente las variaciones de las cachemir fueron más favorables.

Periodo 5 (28/9/02 – 12/11/02)

En este pastoreo de otoño del segundo año se agudiza el efecto de la disminución de la disponibilidad de recursos pastables, tanto de herbáceos como de leñosos, en el caso de las parcelas de caprino. En estas circunstancias, las cabras pierden 95 g/día, significativamente (P<0,01) más que las ovejas (55 g/día). Nuevamente se observan diferencias entre las cabras de una y otra raza, siendo, aunque importantes, significativamente (P<0,05) menores las pérdidas de las cabras cachemir (78 g/día) que de las locales (111 g/día).

Figura 1: Variaciones de peso de ovejas y cabras de raza cachemir o del tronco celtibérico en cinco periodos de pastoreo en parcelas de brezal-tojal.



Los resultados ponen de manifiesto la mayor capacidad del caprino frente al ovino para aprovechar el rebrote tras quema, en estas superficies ocupadas por el brezal-tojal. No obstante, las variaciones de peso del caprino parecen estar muy relacionadas con la biomasa vegetal disponible y con la aportación de las herbáceas y de las leñosas a dicha biomasa. La presencia de leñosas parece ser importante para el caprino, con el fin de que pueda equilibrar su ingesta y regular el proceso

digestivo. Dentro de las razas de caprino se observan variaciones de peso más favorables en las cabras de raza cachemir que son de menor tamaño que en las locales de tronco celtibérico.

Sin embargo el ovino, aún disponiendo de abundante fitomasa de leñosas, se observa que es incapaz de obtener ingestiones aceptables si dicha fitomasa es de tojo. En otras condiciones de muy escasa disponibilidad de pasto, donde la vegetación de matorral dominante era *Calluna vulgaris* se ha observado que las ovejas son capaces de mantener el peso y la condición corporal (Osoro *et al.*, 2000) si bien la raza de mayor tamaño (Latxa 42,4 kg pv) experimentaban pérdidas (58 g/día) mientras que las de menor tamaño (Gallega 33,1 kg pv) lograban mantener el peso en las mismas condiciones de disponibilidad de recursos pastables (Osoro *et al.*, 1999). En el presente trabajo el peso vivo de las ovejas era de 39-40 kg. Esto pone de manifiesto que además de efecto especie hay efecto raza o tamaño, siendo más desfavorables las variaciones de las razas de mayor tamaño cuando escasea la disponibilidad de recursos pastables de calidad tal y como sucede en el presente trabajo y en otro realizado sobre un brezal-tojal con abundante *Erica arborea* (Osoro *et al.*, datos no publicados). Las variaciones más desfavorables de las ovejas en el presente trabajo en comparación con las observadas sobre vegetación de *Calluna vulgaris* muestran la menor apetencia del ovino por el tojo frente a *Calluna vulgaris*, tal como han observado también Celaya *et al.*, (2003).

Conclusiones

Las variaciones de peso de los animales a lo largo de los diferentes periodos del año apuntan la necesidad de establecer zonas de pasto ,con el objetivo de que tanto las cabras como las ovejas puedan cubrir las necesidades de lactación y las crías logren el crecimiento adecuado.

El ganado caprino parece adaptarse mejor que la oveja a estos medios con predominio de vegetación leñosa, teniendo mejor comportamiento las cabras cachemir que las celtibéricas.

El objetivo de un próximo trabajo sería el conocer la relación biomasa de herbáceas y leñosas más adecuadas para el desarrollo del caprino.

Referencias bibliográficas

CELAYA, R.; OLIVÁN. M.; MARTÍNEZ, M.J.; MOCHA, M.; MARTÍNEZ, A.; GARCÍA, U.; GARCÍA, M.J.; OSORO K. 2003. Selección de dieta de ovinos, caprinos y vacunos en pastoreo mixto sobre matorrales de brezal-tojal con praderas mejoradas. *XLIII R.C. de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Granada.* En prensa.

MARTÍNEZ, B.; CELAYA, R.; GARCÍA, U.; OSORO K. 2003. Rebrote del brezal-tojal tras una quema y su evolución posterior con pastoreo de ovino o caprino. *XLIII R.C. de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Granada.* En prensa.

MAPA, 1997. Anuario de estadística agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

MMA, 1997. *Incendios forestales en España.* Ministerio de Medio Ambiente. Madrid (España).

OSORO, K.; OLIVÁN, M.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A.1999. Effects of genotype on the performance and intake characteristics of sheep grazing contrasting hill vegetation communities. *Animal Science*, **69**, 419-426.

OSORO, K.; OLIVÁN, M.; CELAYA, R. y MARTÍNEZ, A. 2000. The effect of Calluna vulgaris cover on the performance and intake of ewes grazing hill pastures. *Grass and Forage Science*, **55 (4)**: 300-308.

RADCLIFFE, J.E. 1986. Gorse a resource for goats? *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, **14**, 399-410.

RUSSEL, A.J.F.; DONEY, J.M.; GUNN, R.G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci. Cambridge* ,**72**: 451-454.

SPSS, 1989. *SPSS for Windows. Release 5.0.1.* SPSS Inc. Chicago, Illinois (EUA).

LIVE WEIGHT CHANGES IN EWES AND DOES GRAZING ON HEATHLAND-GORSE VEGETATION AFTER TO BE BURNED

SUMMARY

Heathland is the vegetation community where more fires happen in the North-West of Spain. The dynamics and the potential of these communities for animal production could be very different according to the management. The objective of this work was to study live weight changes of ewes and does grazing on heathland-gorse vegetation after burning in spring. An experimental design was stablished on four plots; two breeds of does were managed, locals and cashmere, and live weight changes of both animal species (sheep and goats) were studied during two years, devi in five periods: autumn, winter, spring, summer and autumn. In the first period, 120 days after be burned, ewes achieved higher live weight gains (59 g/day) than does (29 g/day). However in the following periods, winter and spring, does had better live weight changes with lower losses in winter and higher gains in spring than ewes. In summer there were not differences between ewes and does, but in autumn live weight losses were higher in does (95 g/day) than in ewes (55 g/day). The live weight changes of cashmere does always were better than in local does. In conclusion a significant effect of reduction in herbaceous species availability on ewes live weight changes also in does was observed. Nevertheless live weight changes in does seems to be very affected by the reduction on biomass and quality of heathland-gorse biomass and quality. This vegetation is unable to maintain sustainable animal production systems and therefore vegetation improvement is necessary to achieve sustainability.

Key words: shurubland, grazing, ruminants, production, breed.

ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LA LECHE DE OVEJA EN REBAÑOS DE CASTILLA Y LEÓN

P. Acero, N. Cedrún y V. Pando

Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. Avenida de Madrid, 44. 34004 Palencia (España).

Resumen

Para el desarrollo del trabajo que se presenta se programó la recogida de datos en 36 explotaciones de ovino de leche establecidas en dos comarcas de la zona centro de la provincia de Palencia. Se tomaron muestras mensualmente a lo largo de los años 2000 y 2001 (coincidiendo con la recogida de muestras para valorar la composición química de la leche); sobre esas muestras se realizaron determinaciones del contenido en grasa, proteína, células somáticas y bacteriología. El tratamiento estadístico de los datos se ha realizado mediante un modelo lineal general de análisis de la covarianza de medidas repetidas con una covariable (producción media anual por oveja).

Se observó correlación positiva entre la raza Churra y los valores porcentuales de extracto quesero (EQ) y extracto seco (ES) ($p<0,05$); así mismo, el nivel de células somáticas fue significativamente mayor en los rebaños de esta raza. En las explotaciones manejadas de forma intensiva los valores de EQ y ES resultaron significativamente más altos y el sistema de ordeño manual estuvo asociado con niveles de células somáticas más altos. Se observó estacionalidad de la producción al resultar los valores de EQ y ES significativamente mayores en las estaciones de verano y otoño.

Palabras clave: ovino de leche, extracto seco, extracto quesero, sistema de ordeño, estación.

Introducción

La explotación de ovino lechero utiliza de forma tradicional en Castilla y León, razas de aptitud leche – carne, de mediana producción y en condiciones de manejo semiintensivo. La alimentación se basa en praderas (naturales o de siembra), rastrojeras y barbechos complementando a los animales con henos y pienso.

Esta región explota un importante número de cabezas de ganado ovino y los rebaños de leche manejados en la misma, proporcionan casi el 70 por ciento de la producción de leche de oveja nacional; en el año 2000 se recogieron 316.000 toneladas (Consejería de Agricultura y Ganadería, 2001).

Además de la producción cuantitativa, la calidad de la leche de oveja es uno de los parámetros más considerados en los últimos años como objetivo prioritario; los incentivos económicos, además del compromiso con la mejora en general, ha llevado a los ganaderos a buscar los valores más altos en cuanto a la calidad de la leche de sus ovejas, fruto de lo cual ha sido la instalación en sus explotaciones de equipos de conservación de la leche y máquinas de ordeño, llegando al 100 por 100 en el primero de ellos y superando el 70 por ciento en el segundo en esta Comunidad Autónoma.

Con este trabajo pretendemos comparar la composición y calidad de la leche de explotaciones de raza Churra y Assaf a partir de la distinta forma de manejo del rebaño.

Material y métodos

Los datos utilizados corresponden a un total de 36 rebaños de ovino de leche de las razas Churra y Assaf sobre los que se programó una recogida de muestra mensual y a lo largo de los años 2000 y 2001; se llevó a cabo la determinación del contenido en grasa y proteína; también se han realizado análisis para establecer valores de bacteriología y recuento de células somáticas en la leche. Las determinaciones de composición de la leche han sido realizadas en el laboratorio interprofesional lácteo de Castilla y León, por procedimientos habituales, con Milko Scan y Fossomatic.

Los rebaños seguían modelos de explotación intensivo o semiintensivo, aplicándose, en determinadas estaciones del año, suplemento de nutrientes en el establo a las ganaderías que seguían este último sistema de explotación; se practicó ordeño manual en 5 rebaños y el ordeño con máquina en 31, en un total de 18 explotaciones de raza Churra y 18 de raza Assaf.

El tratamiento estadístico de los datos se ha realizado mediante un modelo lineal general de análisis de la covarianza de medidas repetidas con una covariable (producción media anual por oveja y período de lactación), cuatro factores intersujetos en un modelo de efectos principales (raza, sistema de explotación, sistema de ordeño y tamaño del rebaño) y un factor intrasujetos de medidas repetidas (estación). La formulación matemática del modelo es:

$$Y^{(t)}_{n(ijkl)} = \mu^{(t)} + \eta^{(t)} \cdot X_{n(ijkl)} + \alpha^{(t)}_i + \beta^{(t)}_j + \gamma^{(t)}_k + \delta^{(t)}_l + \varepsilon^{(t)}_{n(ijkl)}$$

$n(ijkl)=n=1,2,\ldots,36 \quad i=1,2 \quad j=1,2 \quad k=1,2 \quad l=1,2,3 \quad t=1,2,3,4$

Para las variables bacteriología y células somáticas fue necesario hacer una transformación logarítmica (con logaritmo natural) para satisfacer las hipótesis habituales de un modelo lineal general.

No se ha observado, para ninguna de las variables de calidad, una interacción significativa de ninguno de los factores intersujetos con el factor intrasujeto. Todas las LS-medias calculadas han sido estimadas para una producción de 152,83 litros por oveja y período de lactación.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico de la calidad de la leche, en función de la raza, se presentan en la figura 1. Como se puede observar los niveles de extracto quesero, extracto seco y número de células somáticas fueron significativamente ($p<0,05$) más altos en rebaños de Churra; en cambio, otros estudios (Las Heras *et al.*, 1999) concluyen que se da mayor recuento de células somáticas (RCS) en rebaños de Assaf en comparación con rebaños de una raza autóctona (Manchega). Acero (2000) analizando 126 rebaños de razas autóctona, foránea y cruce, señala que no existen diferencias significativas entre el tipo de raza y el RCS; en todo caso, en estos estudios, se destaca la elevada prevalencia de la mastitis subclínica con rangos de 4,5 a 67 % de las ubres y en 9 a 83 % de los animales, lo que constituye un importante problema sanitario en estas regiones.

En este trabajo, los niveles de extracto quesero y extracto seco resultaron significativamente más altos en los rebaños en los que el sistema de producción era intensivo, no teniendo influencia el sistema de manejo en el RCS o en la bacterilogía, como se aprecia en la figura 2. A estos mismos resultados llegan otros autores como Casamassima *et al.* (2000), que no observan diferencias en la calidad de la leche según el sistema de explotación. Estos resultados difieren de los obtenidos por Tietze *et al.* (2001) que encuentran diferencias en el número de células somáticas según el tipo de explotación, siendo mayor el nivel en sistemas intensivos.

Figura 1: Efecto de la raza sobre la calidad de la leche.

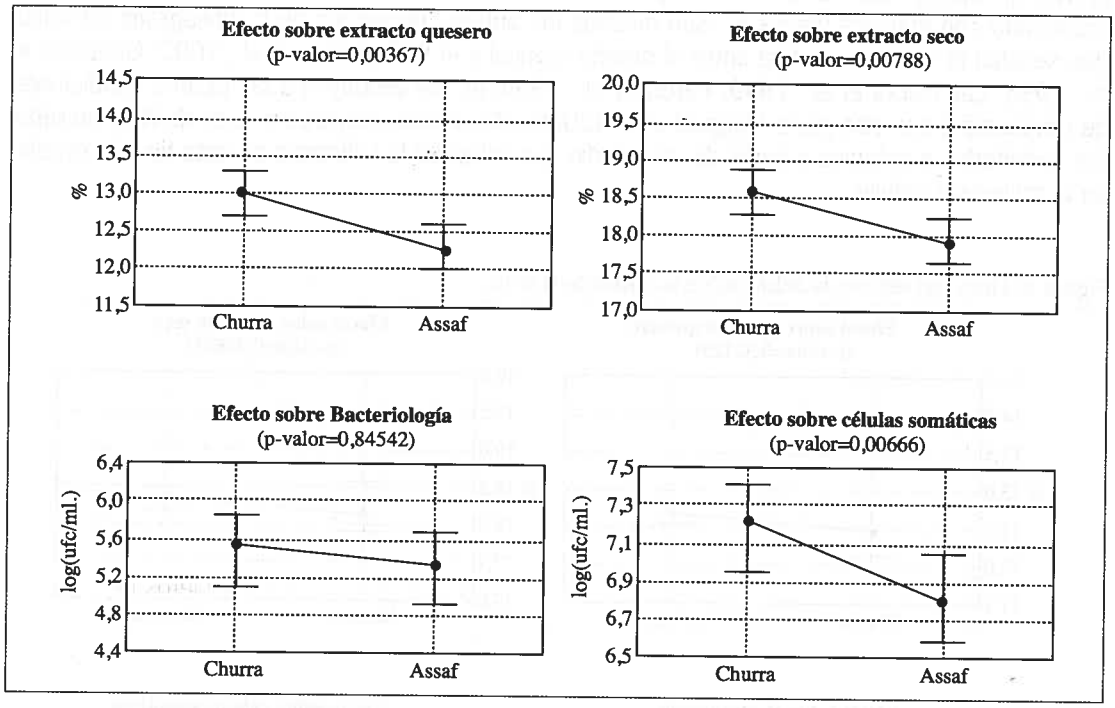
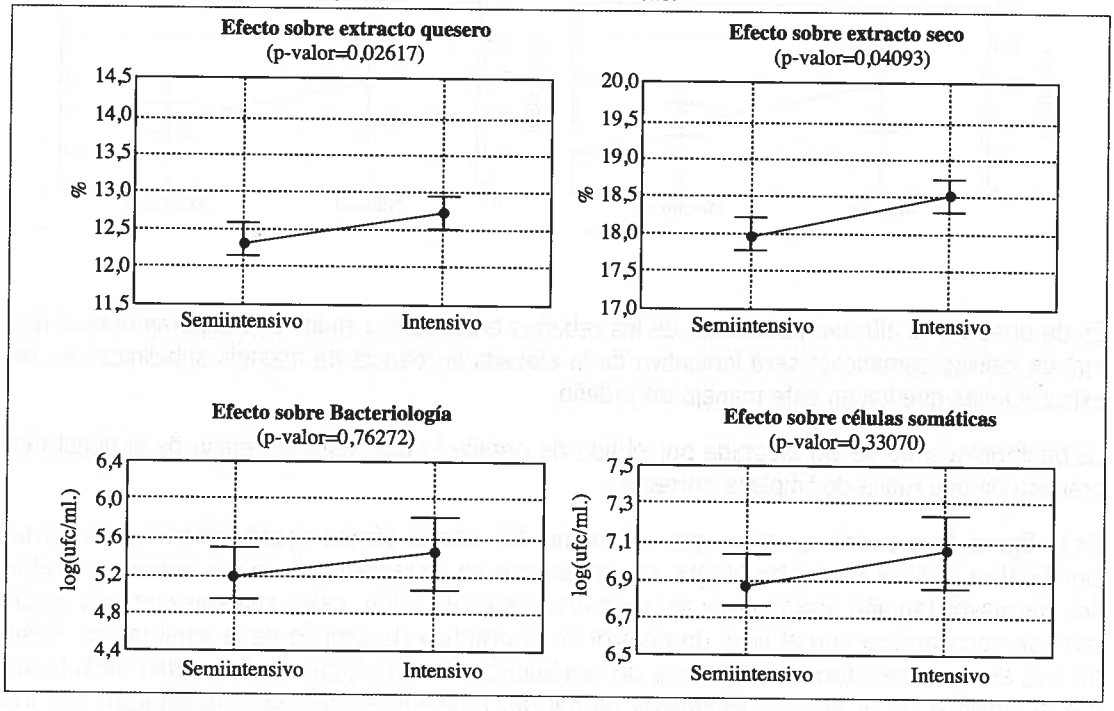


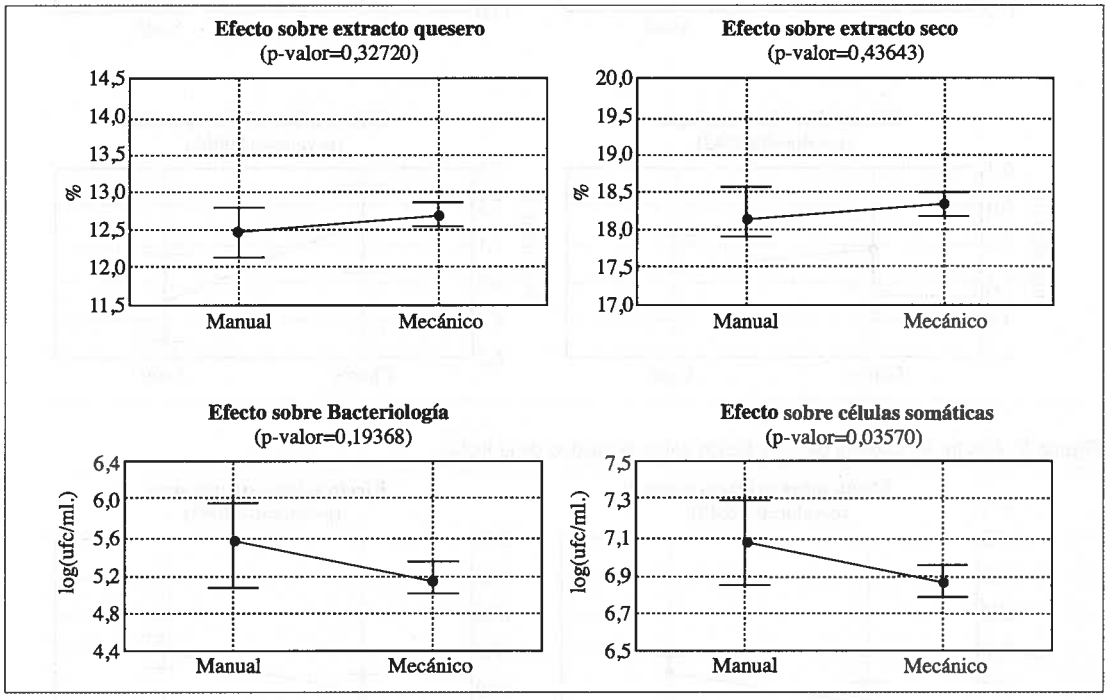
Figura 2: Efecto del sistema de explotación sobre la calidad de la leche.



Bencini y Pulina (1997) realizando una revisión de los factores que afectan a la calidad de la leche de oveja en Australia y Nueva Zelanda, concluyen que la mejora de la calidad de la leche se consigue adoptando rutinas apropiadas de ordeño con un equipamiento adecuado. La mejora de estos niveles se obtiene si se realiza un control eficiente de la higiene en la práctica y el equipo de ordeño (Albenzio *et al.*, 2002). El sistema de ordeño manual estuvo asociado en nuestro estudio con

el RCS (p<0,05), observándose un mayor recuento celular con este tipo de ordeño, que con el practicado con máquina (figura 3). Son muchos los autores recogidos en la bibliografía científica que señalan la relación positiva entre el ordeño manual y el RCS (Acero *et al.*, 2002; González *et al.*, 1996; Las Heras *et al.*, 1999; Pardo *et al.*, 1995) lo que atribuyen a las peores condiciones de producción; por otra parte Marguet *et al.* (2000) observaron mayores niveles de RCS en rebaños ordeñados a máquina a partir de un estudio que reflejaba la influencia de este tipo de ordeño en la respuesta celular.

Figura 3: Efecto del sistema de ordeño sobre la calidad de la leche.

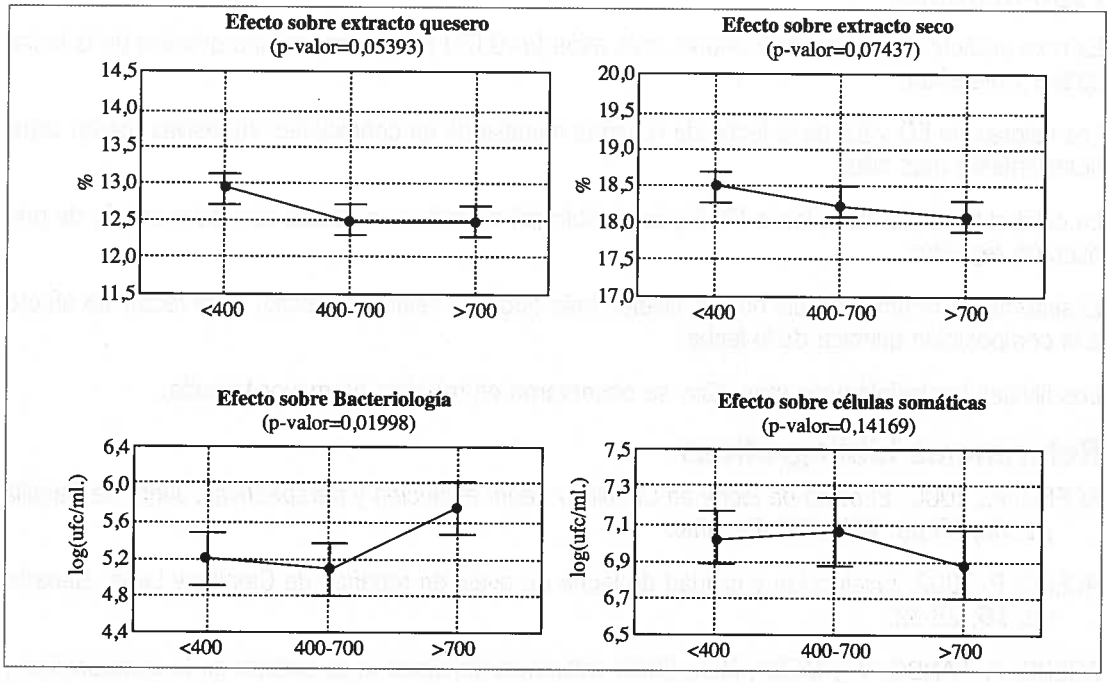


Es de observar el altísimo porcentaje de los rebaños ordeñados a mano que superan el nivel normal de células somáticas: será indicativo de la elevada incidencia de mastitis subclínicas en las explotaciones que hacen este manejo de ordeño.

La bacteriología no se vio afectada por el tipo de ordeño lo que sería un reflejo de la puesta en práctica de una rutina de limpieza correcta.

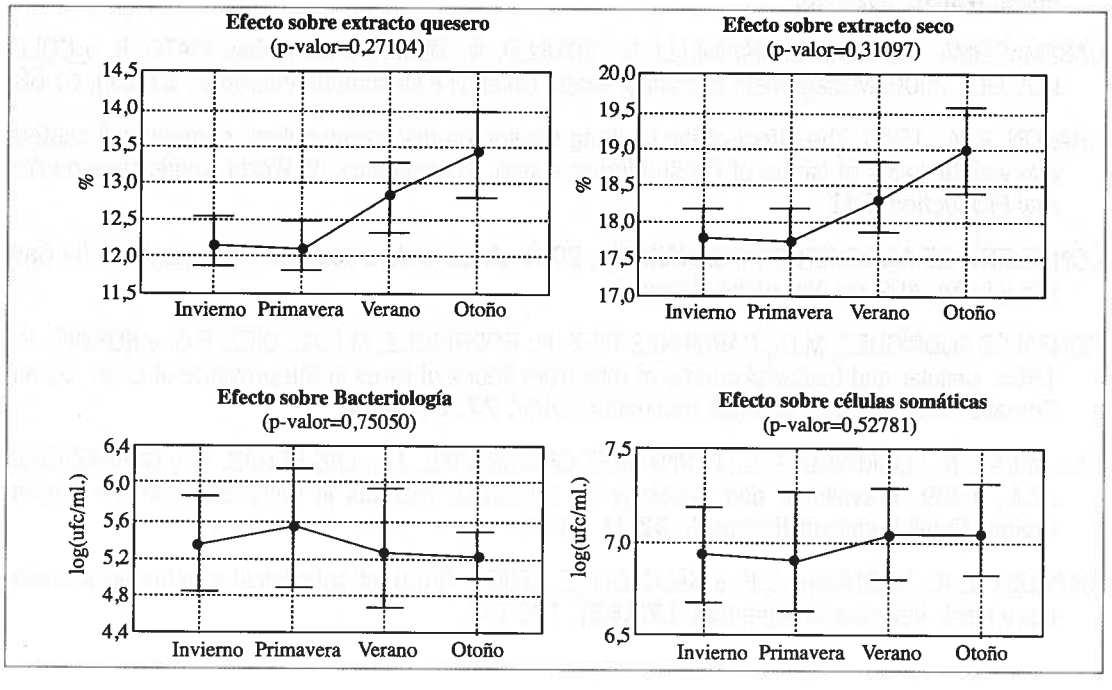
En la figura 4 se puede apreciar que el tamaño del rebaño afecta negativamente y de forma significativa al nivel de bacteriología, observándose un incremento de estos valores en rebaños de mayor tamaño, para lo que no encontramos explicación, salvo suponer que este resultado se correlaciona con el nivel de control de la práctica de ordeño de la explotación. Debido a la escasez de información acerca de la influencia de este factor en la calidad de la leche y a la similitud de la especie estudiada (la cabra), relacionaremos estos resultados con los obtenidos por Mena *et al.*, (2001) que reflejan el efecto significativo del tamaño del rebaño en relación con el número de células somáticas. Si relacionamos el tamaño del rebaño con el nivel de extracto quesero (p=0,05392), observamos valores más altos en esta variable para los rebaños de menor tamaño, lo que podría ser indicativo de una rutina de ordeño completa y adecuada.

Figura 4: Efecto del tamaño del rebaño sobre la calidad de la leche.



Los resultados obtenidos en el estudio sobre la influencia de la estación en la calidad de la leche, no reflejan unos valores significativos en ninguno de los factores estudiados. Se puede observar en la figura 5, que durante las estaciones de invierno y primavera los niveles de extracto quesero y extracto seco son menores que en el resto de estaciones, aumentando posteriormente hasta el otoño, lo que es indicativo de la estacionalidad de la producción en esta especie y en esta región, como señala Acero (2002). El número de células somáticas obtuvo los menores valores en invierno coincidiendo con el estudio de Charon (1988) que señala un mayor nivel de RCS en ovejas paridas en noviembre-diciembre.

Figura 5: Efecto de la estación sobre la calidad de la leche.



Conclusiones

La raza autóctona proporcionó valores más altos ($p<0,05$) en la composición química de la leche (grasa y proteína).

Los valores de EQ y ES de la leche de rebaños manejados en condiciones intensivas fueron significativamente más altos.

La calidad higiénica de la leche (RCS y bacteriología) no estuvo asociada con los modelos de producción seguidos.

El sistema de ordeño manual obtuvo niveles más altos de células en leche. Este factor no afectó a la composición química de la leche.

Los niveles bacteriológicos más altos se observaron en rebaños de mayor tamaño.

Referencias bibliográficas

ACERO, P., 2000. *El ovino de leche en Castilla y León: evolución y perspectivas*. Junta de Castilla y León, 88 pp. Valladolid (España).

ACERO, P. 2002. Producción y calidad de leche de oveja en rebaños de Castilla y León. *Ganadería*, **16**, 28-32.

ACERO, P.; PANDO, V. y MORA, M.J., 2002. Influencia del sistema de ordeño en la composición y calidad de la leche de oveja. En: *XXVII Jornadas Científicas y VI Jornadas Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*, 754-757. Ed. Universidad Cardenal Herrera-CEU. Valencia (España).

ALBENZIO, M.; TAIBI, L.; MUSCIO, A. y SEVI, A., 2002. Prevalence and etiology of subclinical mastitis in intensively managed flocks and related changes in the yield and quality of ewe milk. *Small Ruminant Research*, **43(3)**, 219-226.

BENCINI, R. y PULINA G., 1997. The quality of sheep: a review. *Wool Technology and Sheep Breeding*, **45(3)**, 182-220.

CASAMASSIMA, D.; SEVI, A.; MARINELLI, N.; VITULLO, A.; BELLITTI, A.; RAMACCIATO, R. y COLELLA, GE., 2000. Management of milking ewes. *Obiettivi e Documenti Veterinari*, **21(11)**, 61-68.

CHARON, K.M., 1988. The effect of the lambing season on milk composition, somatic cell content and weight gains of lambs of Polish Merino sheep. *Proceedings, VI World Conference on Animal Production*, 541.

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, 2001. *Anuario de estadística agraria*. Junta de Castilla y León, 409 pp. Valladolid (España).

GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, M.C.; CARMENES DÍEZ, P.; RODRÍGUEZ, M.C.G., DIEZ, P.C. y RUBINO, R., 1996. Cellular and bacterial counts of milk from flocks of ewes in the province of Leon, Spain. Somatic cells and milk of small ruminants. *EAAP*, **77**, 207-210.

LAS HERAS, A. ; DOMÍNGUEZ, L.; FERNÁNDEZ GARAYZABAL, J.F.; LAS HERAS, A. y GARAYZABAL, J.F.F., 1999. Prevalence and aetiology of subclinical mastitis in dairy ewes of the Madrid region. *Small Ruminant Research*, **32(1)**, 21-29.

MARGUET, E.R.; VILANOVA, C.P. y SALGADO, E., 2000. Study of subclinical mastitis in a sheep dairy herd. *Veterinaria Argentina*, **17(163)**, 190-197.

MELNA, T.; DELGADO PERTINEZ, M.; ALCALDE, M.J.; CASTEL, J.; GUZMAN, J.L.; CARAVACA, F.; RAMÍREZ, E.; GOUSSE, S.; RUBINO, R. (ed) y MORAND FEHR, R., 2001. Study of the goat production system and the quality of milk produced in the Sierra Norte of Seville (Spain). *Options Mediterraneennes Serie A*, **46**, 201-205.

PARDO GONZÁLEZ, J.E.; CALCERRADA MARTÍNEZ, A.; GALLEGO SORIA, R.; ARIAS SÁNCHEZ, R.; SERRANO MARTÍNEZ, C.E.; MONTORO ANGULO, V.; ALTARES LÓPEZ, S.; GONZÁLEZ, J.E.P.; MARTÍNEZ, A.C.; SORIA, R.G.; SÁNCHEZ, R.A.; MARTÍNEZ, C.E.S.; ANGULO, V.M. y LÓPEZ, S.A., 1995. Study of the quality of milk used by commercial cheese factories registered under the Denomination of Origin for Manchego cheese. *Alimentaria*, **33(266)**, 19-23.

TIETZE, M.; SZYMANOWSCA, A.; GRUSZECKI, T.M. y BRYL M., 2001. Health of mammary gland in sheep of different genotypes depending on the management system. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, Supplement **11**, 273-278.

STUDY OF MILK SHEEP QUALITY FROM HERDS OF CASTILLA Y LEON

SUMMARY

In order to develop the work that is presented, data on 36 dairy ewe flocks from the centre of Palencia province were obtained. Milk samples were taken monthly during 2001 and 2002 (milk samples were simultaneously analysed for chemical composition) all samples were analysed for fat, protein, somatic cells and bacteriology. Statistical analysis was performed with a general linear model of repeated measures covariance analysis with one covariate (mean annual production of ewe).

A positive correlation was found between Churra breed and percentual values of dry matter and protein plus fat ($p<0.05$); level of somatic cells was significantly higher for herds of this breed. Dry matter (DM) and protein plus fat (PF) values resulted significantly higher in intensive management systems and manual milking was associated with higher levels of somatic cells. The observation that DM and PF values of summer and autumn were larger revealed a seasonality in the milk yield.

Key words: sheep milk, dry matter, protein and fat, milking system, season.

EFECTO DE LA EXTENSIÓN TERRITORIAL SOBRE LOS INDICADORES DE CAPITALES FIJOS EN EXPLOTACIONES EXTREMEÑAS DE VACAS DE CARNE

F.J. Mesías, M. Escribano, A. Rodríguez de Ledesma y F. Pulido

Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Ctra. de Cáceres, s/n. 06071 Badajoz (España).

Resumen

La reforma de la PAC de 1992 modificó sustancialmente la OCM de carne de vacuno, y comportó importantes cambios en los sistemas de producción animal y en la distribución del capital fijo de las explotaciones extremeñas de vacas de carne. En esta comunicación se analiza el efecto del tamaño territorial de la explotación sobre los distintos tipos de capitales fijos, mediante un análisis de la varianza de un factor. Los datos utilizados proceden de la encuestación efectuada en 1999 a 102 explotaciones extremeñas de vacas de carne, con un censo de 11.098 vacas, que representa el 3,1 % del total de vacas de carne de Extremadura. Se ha observado que la participación del capital fijo tierra sobre el capital fijo total es más importante en las explotaciones más grandes y que existen diferencias significativas entre las explotaciones menores de 250 ha y todas las demás en relación al capital fijo de infraestructuras y entre las más pequeñas y las mayores de 500 ha en relación al capital fijo de ganado.

Palabras clave: Vacuno carne; dehesa; capital explotación; Extremadura

Introducción

El sector productor de vacuno de carne tiene una gran importancia económica para Extremadura al representar, aproximadamente, la cuarta parte de su producción final animal. Esta significación viene confirmada por ser la segunda comunidad autónoma española en efectivos de vacas de carne, tras Castilla y León.

La integración de España en las Comunidades Europeas ha favorecido la expansión del sector extremeño de bovino de carne. Prueba de ello es que el censo de vacas de carne experimentó en Extremadura un incremento, entre los años 1986 y 2000, de más del 200 % (Consejería de Agricultura y M. A. de la Junta de Extremadura, 2001).

La reforma de la PAC aprobada en mayo de 1992 y establecida para posibilitar el avance en las negociaciones por parte de la UE en el capítulo agrícola de la Ronda Uruguay del GATT modificó sustancialmente la OCM de carne de vacuno, cuya aplicación a partir de 1993 supuso importantes cambios en los sistemas de producción animal y en la distribución del capital fijo de las explotaciones extremeñas de vacas de carne.

El objetivo principal es conocer cómo afecta el tamaño de la explotación a los indicadores de capitales fijos de las explotaciones, así como la capacidad e incidencia de la gestión empresarial sobre la trayectoria económica de la explotación.

Material y metodos

El proceso metodológico seguido ha comportado la creación de indicadores económicos y el análisis de la estructura productiva y de la gestión económica de las explotaciones extremeñas de vacuno de carne. La metodología utilizada ha estado inspirada en la adaptación a nivel microeconómico del Sistema Europeo de Cuentas Económicas Integradas, aplicada a las Cuentas Económicas de la Agricultura y la Selvicultura (Eurostat, 1988 y 1989), tratando de suplir las carencias existentes respecto a las cuentas de producción y de capital. Las modificaciones metodológicas introducidas han permitido medir los recursos económicos de las explotaciones de vacuno de carne, mejorando el conocimiento de su funcionamiento interno y estudiando su adaptación a los nuevos mecanismos de regulación comunitaria.

Muestreo

La unidad muestral la constituyó la explotación extremeña de vacas de carne, siendo el ámbito de localización el de las provincias de Cáceres y Badajoz. Como requisito se consideraron sólo aquellas explotaciones que contasen con más de 20 vacas, pues establecer un límite inferior habría sesgado los resultados hacia explotaciones muy pequeñas y poco viables, situadas la mayor parte de ellas en parcelas de los regadíos marginales del norte de la provincia de Cáceres, y que habrían representado un porcentaje muy inferior del censo total de vacuno de carne extremeño, localizado principalmente en explotaciones de dehesa. El límite establecido de 20 vacas fue fijado tras efectuar consultas a expertos y comprobar que en Extremadura, según datos del Registro de Explotaciones Agrarias, tenían en 1999 menos de 20 vacas el 51,7 % de las explotaciones bovinas de carne, pero representaban solamente el 11,1 % del censo total de reproductoras.

Inicialmente se determinó el universo muestral o población objeto de estudio. En Extremadura, según datos del Registro de Explotaciones Agrarias de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, existían 4.554 explotaciones bovinas con más de 20 vacas en el año 1999, con un censo de 341.494 hembras reproductoras (Consejería de Agricultura y M. A. de la Junta de Extremadura, 1999).

La muestra de explotaciones con ganado vacuno de carne encuestadas fue de 102, con un censo de 11.098 vacas. Corresponde, respectivamente, a un 2,2% del total de explotaciones con ganado vacuno de carne con más de 20 vacas y a un 3,1% del total de vacas de carne de Extremadura.

Indicadores utilizados de capital fijo o stock de recursos

Se desarrollan a continuación, de forma resumida, los aspectos fundamentales de aplicación microeconómica de la metodología establecida.

Se considera al capital fijo como el valor monetario de la riqueza económica del conjunto de bienes duraderos de una explotación de ganado bovino de carne. El carácter económico viene definido por su capacidad de apropiación, es decir, si existe una propiedad clara y definida sobre el bien. También presenta capacidad para la asignación de un valor monetario y para ser objeto de transacción o intercambio.

El capital fijo se ha clasificado en cuatro tipos: a) Capital fijo tierra (KFt); b) Capital fijo de infraestructuras (KFi); c) Capital fijo de mobiliario mecánico (KFm); y d) Capital fijo de ganado (KFg).

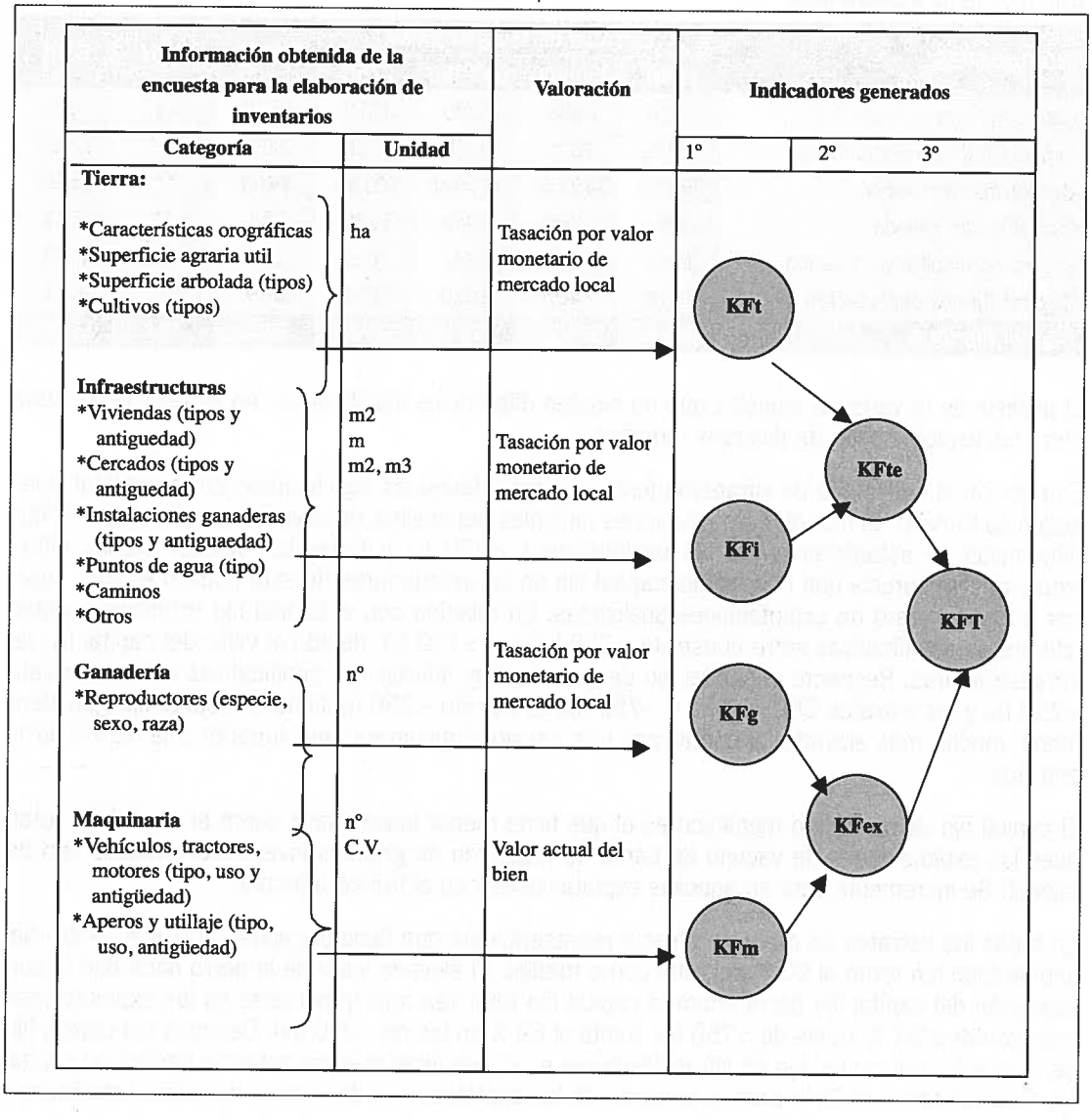
El capital fijo tierra está integrado por el valor del suelo fértil, así como por el valor de las mejoras a él incorporadas. El capital de infraestructuras incluye los bienes e inversiones que, sujetos al territorio, no constituyen incremento de la producción vegetal. A su vez puede clasificarse en instalaciones, cercados, edificaciones, puntos de agua y viales. Estos dos tipos de capital anteriormente expresados constituyen una entidad física y de relación con el suelo, denominado capital territorial (KFte).

El capital fijo de mobiliario mecánico está constituido por el conjunto de vehículos, tractores, motores, aperos y utillaje que presentan valor monetario. El capital fijo de ganado incluye los animales reproductores. La suma de los capitales fijos de mobiliario mecánico y de ganado integran el capital de explotación (KFex).

Como resumen, el capital fijo total (KFT) puede expresarse por la fórmula:

$$KFT = KFte + KFex = KFt + KFi + KFm + KFg$$

Figura 1: Esquema de obtención de los indicadores de capital.



Resultados y discusión

Los indicadores económicos de las explotaciones son estudiados mediante análisis de la varianza. Como factor de variación se utilizan las variables de tipificación relativas al tamaño de las explotaciones en función de su extensión territorial (<250 ha; de 250 a 500 ha; de 500 a 750 ha; y >750 ha). Se analiza el efecto de las variables de tipificación antes descritas sobre cada uno de los capitales fijos.

El estudio del capital en los sistemas agrarios mediterráneos ha sido abordado por Campos (1993); Coelho (1994); Pulido y Escribano (1994 y 1995); Prieto *et al.* (1995), aunque centrándose siempre en el análisis de casos, pero nunca en el de una muestra representativa de explotaciones. En esta comunicación, el estudio de los capitales fijos de las explotaciones extremeñas de vacas de carne se realiza sobre los datos obtenidos en la encuesta efectuada a una muestra representativa de dichas explotaciones. Se realiza una ANOVA de un solo factor, que es la variable estrato de tamaño de la explotación. Los resultados se reflejan en la tabla 1.

Tabla 1: Estructura del capital fijo de las explotaciones en función de su tamaño (valores medios del período 1993-98 en € de 1998/ha de superficie total).

INDICADORES	Estratos de tamaño en ha				MEDIA	SIGN.	ESM
	<250	250-500	500-750	>750			
Capital fijo tierra	2665	2689	2870	2610	2688	n.s.	7,86
Capital fijo de infraestructuras	1318a	762b	533b	402b	800	***	12,39
Capital fijo territorial	**3984a**	**3451ab**	**3404ab**	**3013b**	**3489**	**	**15,93**
Capital fijo de ganado	348a	248ab	194b	188b	254	**	2,81
Capital fijo mobiliario mecánico	193a	92ab	66b	76ab	115	*	2,76
Capital fijo de explotación	**541a**	**340b**	**261b**	**265b**	**369**	***	**4,71**
Capital fijo total	4525a	3792b	3665b	3278b	3859	***	17,69

El análisis de la varianza muestra que no existen diferencias significativas en el valor de la tierra entre las explotaciones de diversos tamaños.

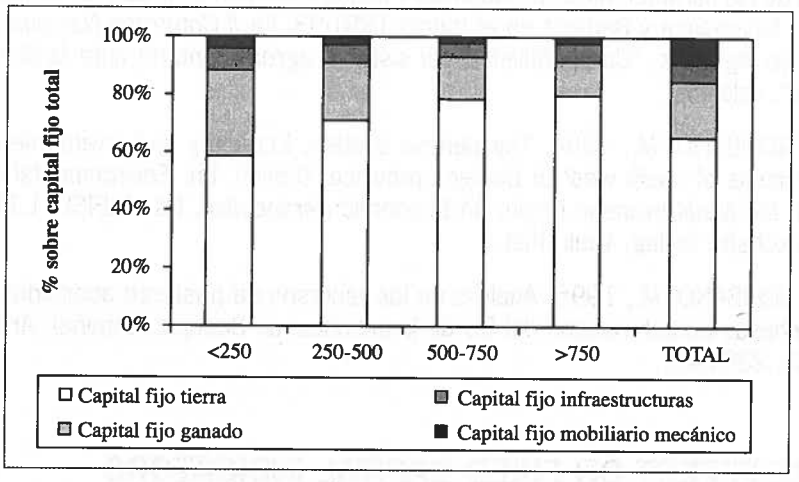
En relación al capital fijo de infraestructuras, existen diferencias significativas entre explotaciones según su tamaño. El test de comparaciones múltiples del análisis de la varianza señala que dichas diferencias se establecen entre las explotaciones <250 ha y todas las demás. De las cifras expuestas se aprecia que el valor del capital fijo de infraestructuras de este estrato es muy superior a los del resto de explotaciones analizadas. En relación con el capital fijo territorial, existen diferencias significativas entre el estrato <250 ha y el >750 ha, debido al valor del capital fijo de infraestructuras. Respecto al capital fijo de ganado, hay diferencias significativas entre el estrato <250 ha y los estratos 500-750 ha y >750 ha. El estrato <250 ha tiene un capital fijo ganadero medio mucho más elevado, al contar con una densidad ganadera muy superior a la de los otros estratos.

El capital fijo de mobiliario mecánico es el que tiene menor importancia sobre el capital fijo total, pues las explotaciones de vacuno de carne no requieren de grandes inversiones en este tipo de capital. Se incrementa algo en aquellas explotaciones con actividad agrícola.

En todos los estratos se aprecia la fuerte representación que tiene el capital territorial dentro del capital total (en torno al 90 % del total como media). El elevado valor de la tierra hace que la participación del capital fijo tierra sobre el capital fijo total sea más importante en las explotaciones más grandes (81 % en las de >750 ha, frente al 60 % en las de <250 ha). Después del capital fijo tierra el valor del capital fijo de infraestructuras es el que tiene más importancia dentro del capital fijo total (en torno al 20 % para el conjunto de las explotaciones de vacuno de carne estudiadas).

Por otra parte, aunque al capital fijo de ganado es al que corresponde la actividad productiva principal, su importancia es muy inferior a los capitales fijos ya analizados, con una participación media inferior al 7 % sobre el capital fijo total. Los valores medios más elevados de capital fijo total corresponden a las explotaciones <250 ha, con diferencias estadísticamente muy significativas respecto al resto de los estratos. En la figura 2 puede también apreciarse que el estrato de <250 ha destaca sensiblemente en todos los capitales, exceptuando el territorial, para el que se mantiene menor desigualdad.

Figura 2. Distribución de los capitales fijos de las explotaciones en función de su tamaño (en % sobre capital fijo total medio del período 1993-98).



Conclusiones

Las conclusiones que se han estimado más importantes son las siguientes:

a) La fuerte representación que tiene el capital territorial dentro del capital total (en torno al 90 % del total como media), hace que la participación del capital fijo tierra sobre el capital fijo total sea más importante en las explotaciones más grandes.

b) En relación al capital fijo de infraestructuras, existen diferencias significativas entre las explotaciones menores de 250 ha y todas las demás.

c) Existen diferencias significativas en relación al capital fijo de ganado entre las explotaciones menores de 250 ha y las mayores de 500 ha.

Referencias bibliográficas

CAMPOS, P., 1993. Sistemas agrarios (análisis aplicado al bosque mediterráneo). En: *Hacia una ciencia de los recursos naturales,* 281-304. Compiladores: NAREDO, J.M. Y PARRA, F. Siglo Ventiuno de España Editores, S.A. Madrid.

COELHO, I.S., 1994. Economía do montado. Gestao Patrimonial-Gestao Multifuncional. *Silva Lusitana* **2 (2),** 69-83.

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y M. A. DE LA JUNTA DE EXTREMADURA, 1999. *Explotaciones con vacas de carne de Extremadura en el año 1999; datos extraidos de las cartillas ganaderas.* Servicio de Registro de Explotaciones. Mérida. Comunicación personal.

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y M. A. DE LA JUNTA DE EXTREMADURA, 2001. *Censos ganaderos. Período 1986-2000.* Secretaría General Técnica. Mérida.

EUROSTAT, 1988. *Sistema Europeo de Cuentas Económicas Integradas (SEC).* Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas.

EUROSTAT, 1989. *Manual de las cuentas económicas de la agricultura y la selvicultura.* Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Luxemburgo.

PRIETO, A.; PULIDO, F.; ESCRIBANO, M., 1995. El ecosistema dehesa en el contexto de la PAC. Evolución de las características productivas y de las rentas en un grupo de dehesas de las provincias de Salamanca y Badajoz en el trienio 1991-93. En *II Congreso Nacional de Economía y Sociología Agrarias. "Competitividad del sistema agroalimentario ante la liberación de los mercados"*. Valencia.

PULIDO, F.; ESCRIBANO, M., 1994. The dehesa system. Economy and environment. Analysis of typical dehesas of south west of Badajoz province. (Spain). En: *Environmental and Land Use inssues in the Mediterranean Basin: An Economic Perspective.* Ed. ALBISU, L.M. Y ROMERO, C. Wissenschafts Verlag. Vauk, Kiel.

PULIDO, F.; ESCRIBANO, M., 1995. Análisis de los recursos de pastoreo aportados por el medio en dos dehesas características del SO de la provincia de Badajoz (España). *Archivos de Zootecnia,* **43**, 239-249.

LAND SIZE EFFECT ON FIXED CAPITAL INDICATORS IN EXTREMADURAN BEEF FARMS

SUMMARY

The Reform of the PAC in 1992 clearly modified the beef cattle CMO. Important changes in animal production systems and the fixed capital of Extremaduran beef farms took place. This paper analyses, using the ANOVA procedure, the effect of the farm land size on different fixed capitals. Data come from a survey made in 1999 to 102 Extremaduran beef farms, which owned 11.098 cows (3,1 % of the total cattle population in Extremadura).

It was observed that the share of land fixed capital on total fixed capital has more importance in the largest farms. Significant differences have been noticed on structure fixed capital between farms under 250 ha and the rest, and on livestock fixed capital between farms above 500 ha and the rest.

Key words: beef cattle; dehesa; pastureland; rangeland; farm fixed capital; Extremadura.

Tercera parte

RECURSOS Y SISTEMAS SILVOPASTORALES

GESTIÓN SILVOPASTORAL Y CONSERVACIÓN DE ESPECIES Y ESPACIOS PROTEGIDOS

A. San Miguel[1]

[1] Dep. Silvopascicultura. E.T.S.I. Montes. Ciudad Universitaria, s/n 28040 Madrid.

Introducción

Este trabajo pretende reivindicar la concepción de la gestión silvopastoral como una potente e imprescindible "herramienta" de conservación del medio natural español, y en concreto de la mayoría de sus especies y espacios protegidos.

Por su condición de organismos vivos, los sistemas agroforestales están sometidos a la implacable presión de la selección natural. Además, su carácter antrópico les obliga a mantener permanentemente su capacidad de competir y satisfacer las cambiantes demandas humanas. Por ello, su persistencia es garantía de eficiencia, adaptación y versatilidad.

España posee, con seguridad, el más amplio y valioso catálogo vivo y funcional de sistemas agroforestales de Europa; sistemas que, además, albergan un patrimonio biológico y cultural de incalculable valor. Por su carácter antrópico, tal patrimonio sólo puede preservarse mediante una gestión racional y, como consecuencia, esa gestión puede y debe ser considerada como una potente y necesaria herramienta de conservación. Además, la rápida evolución de la sociedad, por una parte, y la nueva Política Agraria Europea, por otra, demandan de la gestión agraria un cambio en sus objetivos, limitando el interés por la producción e incrementando sustancialmente sus exigencias en protección del medio natural, calidad y sanidad de los productos. Por ello, la conservación constituye, o debe constituir, un componente intrínseco e ineludible de la gestión agraria.

De todo lo anterior se puede deducir que, como sucede con todos los organismos, la gestión silvopastoral debe evolucionar, adaptarse a las características y limitaciones de los sistemas a los que se aplica y satisfacer de modo eficiente las nuevas demandas de la sociedad. En nuestro caso, parece evidente que esa evolución debe orientarse cada vez más a la conservación del medio natural, aunque sin renunciar a la necesaria y deseable producción de bienes y servicios. Se trata sólo de un cambio en el orden de prioridad.

Como sucede con la conservación de la naturaleza, que no puede restringirse a los Parques Nacionales sino que debe afectar, con distintos grados de intensidad y con diferentes matices, a todo el territorio y a todas las facetas de la actividad humana, la gestión silvopastoral puede y debe contribuir a esa conservación con distintas variantes y diferentes planteamientos. En concreto, en el caso de especies y espacios protegidos, a las razones esgrimidas anteriormente hay que añadir otra fundamental: la mayoría aparecen en terrenos de titularidad privada, y su conservación requiere, ineludiblemente, la cooperación del propietario, cooperación que puede conseguirse más fácilmente haciéndole ver que la gestión y obtención de productos de sus fincas no sólo no es incompatible con la conservación, sino necesaria para ella.

Para finalizar, se analizan algunos casos en los que la gestión silvopastoral es imprescindible para la conservación de especies y espacios protegidos. Lince ibérico, águila imperial ibérica, buitre negro, cigüeña negra, lobo, urogallo y oso son buenos ejemplos de especies amenazadas en los que la gestión silvopastoral está probando su eficiencia como herramienta de conservación. Los Parques Nacionales de Picos de Europa, Ordesa, Aigüestortes, Cabañeros, Sierra Nevada, Doñana y la Red Natura 2000 son también ejemplos de que la gestión silvopastoral racional es una imprescindible herramienta de conservación.

Sistemas agroforestales, evolución y conservación

Los sistemas agroforestales, en general, y los silvopastorales en particular, son sistemas agrarios complejos que combinan la utilización de plantas leñosas con herbáceas y animales (Nair, 1991). Son también manifestaciones –primigenias pero también plenamente actuales– del intento de las comunidades humanas por compatibilizar el aprovechamiento de los productos y servicios que genera el medio natural con una garantía de persistencia que resulta cada vez más necesaria; intentos, en definitiva, de conseguir estabilidad ecológica, económica y social (las tres son imprescindibles) a través de la diversificación de estructuras y productos y de su utilización eficiente. Son, por otra parte, organismos (colectivos) vivos, y como tales están sometidos a la permanente presión de la selección natural y también, por su carácter antrópico, a la de las demandas humanas. En ese sentido, son, como ha destacado reiteradamente el Profesor Montserrat (1999, 2002), el resultado de un largo y duro proceso de coevolución del hombre del hombre con el medio natural en el que y del que vive; una "climax cultural" como él mismo señala en acertada expresión. Por ello, su simple existencia es garantía de eficiencia. Como sucede en los seres vivos, nada hay en ellos de aleatorio o superfluo; todo ha sufrido –y ha superado– la implacable presión selectiva de la naturaleza, y en este caso también del hombre y, por consiguiente, todo puede explicarse en términos de eficiencia; desde su estructura y composición a la diversidad, tipología y morfología de sus componentes, su dinámica e incluso su estructura genómica. Ahora bien, como sucede con los individuos y las especies, y como plantea la denominada "hipótesis de la reina roja" (Van Valen, 1973), la consecución de un éxito evolutivo no es garantía de persistencia, porque en la naturaleza los paisajes adaptativos cambian con rapidez; para persistir es imprescindible, además, evolucionar, adaptarse a los cambios y mantener siempre la capacidad de competir. Y lo es muy especialmente cuando parte de esa presión selectiva corresponde a las cambiantes demandas de la sociedad humana. Por eso, debido a esa evolución filética o anagenética, la existencia actual de sistemas agroforestales aparecidos hace miles de años –como, por ejemplo, la dehesa– significa que durante todo ese tiempo han mantenido su adaptación al medio y su eficiencia en la satisfacción de las necesidades humanas. Con seguridad, han podido hacerlo porque su diversidad estructural y productiva les confiere versatilidad, capacidad de adaptarse constantemente a los rápidos cambios en las demandas de las comunidades humanas.

España, por su ubicación geográfica, su historia geológica y climática (invasiones y regresiones del mar, con sus correspondientes efectos sobre litología y posibilidades de flujo de taxones, orogenias, glaciaciones, etc.) y su abrupto y estratégicamente distribuido relieve, goza de una enorme diversidad de hábitats y taxones de flora y fauna; con seguridad, la más alta de Europa (O.A. Parques Nacionales, 1999a; Castroviejo, 2002; Gómez Campo, 2002; Ramos *et al.*, 2002; Rivas Martínez *et al.*, 2002). Además, como se ha puesto de manifiesto recientemente (Arsuaga, 2001), ha soportado la actividad de comunidades humanas desde hace al menos 780.000 años, antigüedad atribuida a los restos de *Homo antecessor* de Atapuerca. Además, esa actividad ha estado estrechamente ligada a la utilización del fuego desde por lo menos 250.000 años y al seguimiento de los rebaños de ungulados silvestres desde hace varias decenas de miles de años (Leakey, 1993; Fillat, 2002). De hecho, la paleofitogeografía ha puesto en evidencia que tal actividad ya afectaba sustancialmente a los paisajes vegetales a principios del Holoceno, hace unos 8000 años (García Antón *et al.*, 2002). Además, esos efectos no se debían ya sólo al fuego, sino también a las primeras manifestaciones de una ganadería y una agricultura incipientes, que habían apa-

recido poco antes y habían permitido una expansión sin precedentes en la población humana (Leakey, 1993). En España existen evidencias de tales actividades desde hace unos 5000 años (Martí, 1983). Desde entonces, y de forma constante y creciente, las culturas humanas han desarrollado dos procesos esenciales para su supervivencia: por una parte, la creación y modelado de los sistemas agroforestales para adaptarlos de forma óptima a la satisfacción de sus necesidades; por otra, un proceso similar de adaptación de sus técnicas de gestión a las características del medio natural y a las cambiantes demandas de su sociedad. El resultado es un complejo mosaico de sistemas agroforestales (Ferrer y Broca, 1999) con diversos niveles de evolución y un elenco extremadamente diverso de taxones y sistemas que se manifiesta desde la escala de paisaje (diversidad γ) hasta la de comunidades adyacentes (β), la de taxones de cada comunidad (α) e incluso la genética, tanto de carácter espontáneo como doméstico (Marañón, 1996; Rey Benayas, 2001; Ferrer *et al.*, 2002) y las poco conocidas pero esenciales interacciones planta-animal (Herrera y Pellmyr, 2002). Afortunadamente, nuestra complicada orografía y nuestro escaso desarrollo socioeconómico hasta hace varias décadas han permitido que tal legado haya llegado relativamente bien conservado hasta el presente (Pineda *et al.*, 1998; San Miguel, 2001).

De todo lo anteriormente expuesto podemos destacar dos consecuencias especialmente trascendentes para nuestra política agraria actual. La primera es que todos nuestros sistemas naturales son hoy, en mayor o menor medida, antrópicos: más eficientes que los primarios a la hora de satisfacer las necesidades humanas pero inestables, porque para persistir requieren gestión. La segunda es que poseemos uno de los más variados catálogos vivos y funcionales de sistemas agroforestales tradicionales. Todo ello constituye un patrimonio biológico y cultural de incalculable valor, patrimonio sistémico que incluye otros igualmente valiosos. Lo son la biodiversidad generada, los ecotipos de especies espontáneas de alto valor pastoral que el ganado ha seleccionado durante milenios, los cultivares de especies agrícolas perfectamente adaptados a producir en las difíciles condiciones ecológicas de nuestro medio rural, las razas ganaderas tradicionales e incluso especies faunísticas que, como el conejo, el lobo, el buitre negro y otras, han sabido adaptarse a la actuación antrópica y con frecuencia beneficiarse de ella. Pero también lo son los paisajes, las técnicas de gestión, la cultura acumulada y las posibilidades de uso social de esos sistemas; en resumen, la biodiversidad cultural que contempla la Estrategia Española para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica (Ministerio de Medio Ambiente, 1999). De hecho, somos, en buena medida la principal reserva natural de Europa. Buena prueba de ello es que en ese ambicioso plan de conservación de hábitats naturales europeos que constituye la Red Natura 2000, España cuenta con alrededor de un 25% de la superficie total de la Red y posee casi un 25 % de su territorio incluido en la misma (DGCONA, 2002; DG ENV., 2002). De este modo, llegamos a una de las principales conclusiones de esta ponencia: **la gestión silvopastoral, herramienta de creación, modelado y mantenimiento de los sistemas agroforestales tradicionales resulta hoy esencial para su conservación y constituye, por consiguiente, una herramienta de conservación de primer orden**. En España, incluso en los Parques Nacionales, la gestión, y muy especialmente la silvopastoral, resulta imprescindible para la conservación. De hecho, el Plan Director de la Red de Parques Nacionales (O.A. Parques Nacionales, 1999b) "*incorpora tanto la gestión activa del medio natural como el respeto a los rasgos identificativos de la tradición y cultura que han contribuido a modelar paisajes*".

Ahora, intentaremos plantear una tesis complementaria de la anterior: en nuestra situación actual **la conservación constituye, o debe constituir, también un componente intrínseco e ineludible de la gestión agraria**. Como hemos indicado, a lo largo del tiempo la gestión silvopastoral ha ido evolucionando y adaptándose a satisfacer las necesidades humanas, y éstas han cambiado muy rápidamente, sobre todo en las últimas décadas. Desde el inicio de las actividades agropecuarias hasta mediados del siglo XX, la gestión silvopastoral se ha realizado con el objetivo principal de producir, pero con la acuciante limitación de hacerlo con unos medios técnicos muy limitados y utilizando exclusivamente los recursos producidos por el entorno más cercano: era una actividad exclusivamente dependiente del medio natural. La revolución socio-económica de los

años 60 y 70 supuso un cambio drástico en los planteamientos y las demandas. Se trataba también de maximizar la producción, pero pudiendo emplear medios técnicos más avanzados (el tractor y la motosierra, por ejemplo) y energía (electricidad y combustibles fósiles), materiales (abonos químicos y concentrados, en especial) y recursos genéticos importados (variedades, razas y cultivares "mejorantes"). En los años 80 y 90 creció la preocupación por la conservación de la naturaleza y el patrimonio cultural y genético acumulado durante milenios, pero la actividad agroforestal se vio fuertemente condicionada por una Política Agraria Europea que, partiendo de unos planteamientos aceptables (eliminación de excedentes agrarios, desarrollo rural sostenible y otros) fomentó una actividad orientada al subsidio y en muchos casos actividades agropecuarias teóricapero no realmente extensivas (Correal y Sotomayor, 1998) y sí degradantes para el medio natural. Como consecuencia de las subvenciones, la actividad silvopastoral se desvincula en buena medida de las condiciones del medio natural. En la actualidad, la expansión de la Unión Europea, por una parte, y la evidente necesidad de corregir errores, por otra, han llevado a una reforma en profundidad de la Política Agraria Común: la "tercera revolución de la PAC" (López, 2003), propuesta aprobada por la Comisión Europea el 21 de enero de 2003. Aunque los detalles concretos de su implantación todavía son hoy objeto de negociación, su espíritu, ya vigente, es "*romper la relación ahora existente entre las subvenciones y la producción*" y "*supeditar las ayudas al respeto de unas normas estrictas y obligatorias en materia de protección del medio ambiente, seguridad alimentaria y laboral y salud y bienestar de los animales*". Parece, pues, evidente que, tanto por razones de tipo estratégico y económico como por la creciente demanda social, la Unión Europea apuesta también por una actividad agraria –y por tanto también silvopastoral– con un creciente componente de conservación del medio natural. De hecho, aprovechando que esta Reunión Científica se celebra en Granada, podemos señalar que ese planteamiento ha sido puesto de manifiesto recientemente para el monte mediterráneo en las conclusiones del III Congreso Forestal Español Granada 2001 (S.E.C.F., 2002): " *El monte mediterráneo, integrando zonas de bosque y pastizales, y fruto de una milenaria interacción humana con el medio natural, presenta características únicas, requiriendo un tratamiento específico e integrador que considera al propio hombre, el ganado y el fuego como elementos esenciales en la estabilidad de ese ecosistema*".

Esta nueva concepción de la actividad silvopastoral como herramienta de conservación, y de la conservación como un componente intrínseco e ineludible de la actividad silvopastoral, tiene que afectar, como es obvio, a todo el territorio español. No obstante, como indicamos anteriormente, tendrá que hacerlo con planteamientos diversos para las diferentes situaciones de protección de nuestro territorio. Esa situación ha sido puesta de manifiesto recientemente en la Estrategia Española para la Conservación de la Diversidad Biológica (Ministerio de Medio Ambiente, 1999), que afirma, entre otras cosas, que "*Es primordial el establecimiento de un sistema adecuado de áreas protegidas, coherente y representativo de nuestra riqueza biológica y sociocultural, pero ello no ha de restar importancia al mantenimiento de la biodiversidad fuera del sistema de áreas protegidas, con especial atención para favorecer la conectividad biológica. Tanto dentro como fuera de los espacios protegidos ha de prestarse atención de forma particular a la* ***agrobiodiversidad****, entendiendo como tal los recursos genéticos domésticos*".

Políticas agrarias, gestión y conservación

A escala de Estado, creemos que resulta imprescindible que las Administraciones asuman que una buena gestión agraria es no sólo una potente herramienta de conservación sino también una actividad imprescindible para la consecución del Desarrollo Rural Sostenido, objetivo básico de la Política Agraria Europea. De hecho, las disposiciones legales de diverso rango que han aparecido en los últimos años parecen poner en evidencia que eso ya sucede. Sin embargo, también resulta evidente que esas medidas no resultan eficaces. Desde nuestro punto de vista, dos de los principales motivos son la falta de coordinación entre Administraciones y los errores en la concreción práctica de las medidas a adoptar, que en buena parte son consecuencia de la escasa comunicación entre políticos e investigadores y gestores, como ya ha puesto de manifiesto

recientemente la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (Ferrer y San Miguel, 1999; S.E.E.P., 1999).

Con relación al primer aspecto, basta mencionar que buena parte de las posibilidades de financiación europea para una buena gestión agraria no llegan a utilizarse por tratarse de fondos cofinanciados o, simplemente, por problemas de coordinación Unión Europea – Estado Español – Comunidades Autónomas. Por otra parte, también es palpable la escasa –a veces casi nula– comunicación existente entre Ministerios o Consejerías de un mismo Gobierno (por ejemplo, Agricultura y Medio Ambiente), que con cierta frecuencia lleva a la imposibilidad de establecer las necesarias estrategias comunes de actuación (por ejemplo, Planes Forestales o normas de aprovechamiento de pastos) e incluso a la existencia de subvenciones para actividades contrapuestas.

A veces, como indicamos, los problemas no se deben a los planteamientos políticos de partida, que resultan razonables, sino a una deficiente concreción de tales planteamientos en normas, por problemas políticos o, simplemente, desconocimiento. El resultado es doblemente negativo: por una parte, no se alcanzan los objetivos perseguidos; por otra, se pierde la credibilidad en medidas que, bien adoptadas, podrían resultar muy eficaces. En concreto, es razonable y necesario que existan subvenciones para prácticas agropecuarias extensivas, pero no que, por problemas de definición de lo que es extensivo, ello esté provocando la subvención de cargas ganaderas manifiestamente insostenibles y degradantes para nuestro medio natural (1,4 UGM consumen en un año unos 6400 kg de MS, producción que sólo alcanzan nuestros mejores prados, pero no la inmensa mayoría de los pastos naturales españoles) o el laboreo continuado de terrenos poco fértiles o pedregosos, cuyos suelos resultan degradados de forma prácticamente irreversible. La enmienda de tales errores es no sólo imprescindible y urgente para evitar la degradación de nuestro medio natural, sino también esencial para conseguir que las buenas prácticas agrarias sean realmente percibidas por la sociedad como eficaces herramientas de conservación del medio natural, su cultura, su economía y sus gentes.

Otro aspecto esencial para la conservación de la naturaleza es que la demanda social de calidad ambiental está consiguiendo que esos beneficios indirectos que proporcionan los sistemas agroforestales tanto a sus propietarios (autoconsumo) como a la sociedad (renta ambiental, según Campos y Rodríguez, 2002) haya pasado de ser algo etéreo, intangible y difícil de medir, a incorporarse a los esquemas contables y convertirse en un componente esencial de la renta total (hicksiana) del medio natural. De este modo, ese componente esencial de la renta –y también del valor y el precio– de los sistemas agroforestales ya empieza a ser medido y, lo que es más importante, a pagarse a los propietarios de esos terrenos que, gracias a su actividad agroforestal racional, prestan un servicio esencial a la sociedad. Buena prueba de ello son la medidas agroambientales, los programas LIFE o la propuesta de beneficios fiscales para terrenos forestales que, con ese punto de vista, propone la nueva Ley de Montes, recientemente aprobada por el Consejo de Ministros. **Todavía queda mucho por mejorar, pero la conservación ya está empezando a pagarse, y en buena medida se paga a través de subvenciones a la buena gestión agroforestal.**

Del mismo modo, y para terminar, queremos recordar que la mayor parte de las especies y espacios protegidos está en manos de propietarios particulares; propietarios que, debido a ello, sufren limitaciones de uso y pérdidas de renta. Como es obvio, el hecho de que una finca tenga especies o espacios protegidos se debe a la labor de sus dueños, que han querido y sabido conservar, durante años, sus valores naturales por medio de una gestión cuidadosa, paciente y con frecuencia poco rentable. Por ello, por el propio interés de la sociedad en la conservación de esos espacios y especies, es necesario que las inevitables limitaciones de uso –que deben sólo esas: las inevitables– se vean compensadas con generosidad por medio de otras medidas legales. Es no sólo conveniente, sino imprescindible, que esas medidas consigan que los propietarios de las fincas sean los primeros interesados en mantener sus valores naturales. Si la normativa permite que

la existencia de especies o hábitats de gran valor constituya, en vez de una ventaja, una molestia o una desgracia para sus propietarios; si el premio a una buena gestión sólo se traduce en limitaciones a la gestión o pérdida de renta, o en agravios comparativos, se estará avanzando con rapidez hacia la desaparición definitiva de nuestras especies y hábitats amenazados. En conclusión, no se puede proteger la naturaleza en contra de los intereses de sus propietarios; es imprescindible incorporarles a la actividad conservadora. Precisamente por ello las Administraciones deben asumir que una buena gestión agroforestal es no sólo compatible con la conservación de esas especies o espacios protegidos, sino necesaria para ella; y también que ese reconocimiento debe traducirse en el fomento de esa buena gestión por medio de subvenciones y otras medidas de apoyo legal. De ese modo se pueden conseguir **tres objetivos esenciales para la conservación: a) que los propietarios no sólo sean "cómplices" en esa actividad, sino que se den cuenta de ello y estén orgullosos de su actuación y "sus" especies o espacios protegidos; b) que se den cuenta de que la principal "herramienta" para esa conservación es una buena gestión, y, c) que perciban que la sociedad reconoce esos méritos y les compensa las limitaciones al uso y el lucro cesante fomentando y financiando, al menos parcialmente, su buena gestión.**

Gestión silvopastoral y conservación de especies protegidas

Aunque creemos que los razonamientos anteriores justifican, de modo general, la trascendencia de la gestión silvopastoral en la conservación de especies y espacios protegidos, intentaremos hacer una pequeña revisión de casos concretos en los que esa situación es especialmente paradigmática, aunque a veces no resulte obvia.

El caso de las especies y comunidades vegetales resulta, en principio, claro: la gestión silvopastoral está estrechamente relacionada con su conservación. Sin embargo, tal relación no siempre resulta evidente. En general, se tiende a pensar que la ausencia de gestión es la mejor técnica de conservación. Ello puede ser cierto para especies o comunidades características de las etapas más evolucionadas de las series de vegetación. Sin embargo, ni siquiera en esos casos lo es siempre: en muchas ocasiones, la actuación antrópica, la desaparición de "piezas" en ese "puzzle" que es siempre un ecosistema primario o, simplemente, los nuevos peligros derivados de la actual situación socio-económica (por ejemplo, incendios) pueden hacer que la ausencia de gestión lleve a la aparición de perturbaciones drásticas que pueden producir la desaparición de esas especies o comunidades. Por otra parte, como consecuencia de esa milenaria influencia del hombre que ya mencionamos, muchas de nuestras especies y comunidades vegetales amenazadas están ligadas a la actuación antrópica y dependen de ella para persistir (Ferrer y Broca, 1999; Gómez Campo, 2002; Rivas-Martínez *et al.*, 2002). Es el caso de las nitrófilas, las dispersadas por el ganado, las arvenses, las correspondientes a comunidades seriales y otras similares. Por ello, incluso en el caso de especies, resulta evidente la necesidad de no limitar la actuación protectora a los individuos sino extenderla a sus hábitats y llevar a cabo en ellos la gestión que garantice su persistencia. Ese es, precisamente, el espíritu de las microrreservas de flora, figura de reciente aparición que está proporcionando resultados muy esperanzadores (Laguna, 1995). En el caso de las comunidades, especialmente las incluidas en la Directiva "Hábitats" (Comisión Europea, 1992), la situación es mas obvia. Muchas de ellas, y muy especialmente algunos tipos de pastos, como los prados de *Arrhenatherion* o *Calthion*, los pastos de puerto o las dehesas, han sido creados y perpetuados por una gestión tradicional, adaptada al medio natural y respetuosa con él. Por eso, su única posibilidad de persistir, su mejor herramienta de conservación es, precisamente, esa gestión. Si la actual situación socio-económica hace que la actuación silvopastoral tradicional no resulte ya rentable desde el punto de vista de su producción directa, hay que comprender y transmitir a los políticos que en muchos casos sí sigue siéndolo si tenemos en cuenta su renta ambiental, que demanda y financia la sociedad por medio de sus impuestos. En ese sentido **esa gestión tradicional pasa de ser una herramienta de producción que además genera valores ambientales a una herramienta de conservación que además produce recursos.**

En el caso de las especies faunísticas la situación es menos obvia; de hecho, algunas veces no es percibida ni siquiera por los propios gestores encargados de su protección. Sin embargo, ello no significa que la gestión silvopastoral sea menos necesaria para su conservación, como reconocen con claridad las estrategias y planes elaboradas con ese objetivo. A continuación, mediante algunos ejemplos, trataremos de demostrar que una buena gestión silvopastoral puede ser tan eficaz para la conservación de muchas de nuestras especies faunísticas amenazadas como su protección directa.

El caso del lince ibérico (*Linz pardinus*), como felino más amenazado del mundo, puede ser un buen ejemplo de esa relación intensa, aunque a veces poco obvia, entre gestión silvopastoral y conservación. Los estudios realizados hasta el momento ponen de manifiesto que los principales problemas para la conservación del lince son la insuficiente abundancia de conejos (su principal presa), la fragmentación de sus escasos núcleos poblacionales (meta poblaciones) y la altísima mortalidad de los jóvenes dispersantes (Rodríguez y Delibes, 1990). Las mejoras o implantaciones de pastos, el cultivo agrícola en pequeños rodales, el desbroce puntual en unos casos y las repoblaciones de matorral, en otros, son potentes herramientas para fomentar la abundancia de conejos y, por consiguiente, para paliar el primer problema. Las actuaciones similares orientadas a conservar o crear corredores para conectar sus poblaciones son, por el mismo motivo, medidas esenciales para resolver los otros dos. Por ello, a pesar de su carácter silvopastoral, esas actuaciones aparecen recogidas tanto en las Estrategias y Planes de conservación del lince ibérico (Delibes *et al.*, 2000) como en los Proyectos concretos orientados hacia ese objetivo (San Miguel, 2002, 2003), y como tales son financiadas con fondos europeos a través de programas LIFE.

El caso del águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*), probablemente la rapaz más amenazada de extinción del mundo (Blanco y González, 1992), y también adaptada durante milenios al paisaje mediterráneo antrópico, es muy similar al del lince. Sin embargo, el hecho de que esta especie pueda comportarse eventualmente como necrófaga si escasea el alimento vivo, hace que la gestión ganadera y la cinegética (descastes y caza selectiva, por ejemplo) tengan incluso mayor importancia que en el caso anterior (San Miguel, 2003).

El buitre negro (*Aegypius monachus*) es otro vertebrado amenazado que, como necrófago adaptado al medio mediterráneo, depende directa e intensamente de la gestión silvopastoral y cinegética, tanto porque le proporciona alimento (ganado o fauna silvestre) como en su faceta de herramienta de modelado y conservación de su hábitat y los árboles que utiliza para nidificar. Por ello, una buena planificación de la gestión ganadera o cinegética, e incluso tratamientos pascícolas o selvícolas (claras, mejora de rodales selectos, programación de pelas en alcornocales o cortas en pinares), han mostrado con claridad sus rápidos efectos sobre la conservación de esta especie (Donés, com.pers.; San Miguel, 2003). El quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), otro gran necrófago, todavía más amenazado de extinción pero adaptado a la alta montaña, también depende muy fuertemente de la gestión pastoral, y en concreto del aprovechamiento de los pastos de puerto. Por ello, sus estrategias de conservación (Hiraldo *et al.*, 1979; O.A. Parques Nacionales, 1999a) contemplan con mucho detalle medidas de fomento para ese tipo de aprovechamiento que poco a poco va disminuyendo y cambiando de especies y técnicas de pastoreo.

Por su carácter tímido y su dependencia de arroyos y charcas, la cigüeña negra (*Ciconia nigra*) se ve menos afectada por la gestión silvopastoral. Sin embargo, la construcción o la reforma de charcas ganaderas con pendientes suaves, que permitan la proliferación de vegetación palustre, pececillos y anfibios, o una adecuada planificación de los tratamientos selvícolas constituyen eficaces medidas para la mejora de su hábitat y sus posibilidades de alimentación y nidificación (San Miguel, 2003).

Como es bien sabido, el lobo es un carnívoro ligado, desde el inicio de la humanidad, a su actividad ganadera. Aunque se trate de un predador, y por consiguiente afecte de forma negativa a los ganaderos, también se comporta como necrófago y, hasta cierto punto, omnívoro. Eso explica que

en la actualidad se este expandiendo por muchas zonas españolas sin ser siquiera advertido por los campesinos, o que pueda subsistir en amplios terrenos dedicados a la caza mayor sin causar excesivos problemas a sus propietarios. Por ello los expertos en su conservación (Blanco, 2001) consideran deseable su convivencia con una ganadería extensiva racional, en la que el encerramiento nocturno de los rebaños de ovino y la protección de los mastines garanticen un perjuicio mínimo para los ganaderos.

Con el oso pardo (*Ursus arctos*) sucede algo parecido. También provoca algún daño a la ganadería extensiva, aunque puede convivir con ella sin excesivos problemas. De hecho, parece demostrado que la gestión tradicional de su hábitat –ganadería extensiva, cultivos puntuales y conservación de bosques maduros sin excesiva espesura que alternan con comunidades arbustivas y pastos herbáceos– es esencial para su persistencia (Clevenger y Purroy, 1991). Por otra parte, también parece probado que ese tipo de paisaje antrópico con baja densidad humana, que permite una oferta abundante y diversa de alimento (bellotas, hayucos, frutos carnosos, especies faunísticas y, por supuesto, pasto herbáceo: según Torre, 2001, las gramíneas contribuyen a satisfacer un 10 % de sus necesidades energéticas y un 50 % de las proteicas), es el principal motivo de la alta densidad poblacional de la especie en la Cordillera Cantábrica en comparación con otras zonas del mundo (Palomero, com.pers.). Por ello, las estrategias para su conservación (Layna *et al.*, 2000; Torre, 2001) contemplan siempre el mantenimiento de las actividades agropecuarias tradicionales e incluso una selvicultura orientada especialmente a satisfacer sus necesidades de alimento y refugio. Del mismo modo, la gestión cinegética, y en particular el control de las poblaciones de jabalí –un peligroso competidor– y la concienciación de los cazadores, constituyen medidas imprescindibles para su protección.

La situación del urogallo (*Tetrao urogallus*) presenta algunas coincidencias con la del oso. Necesita la protección de los bosques maduros, pero también los frutos silvestres que le proporcionan sus comunidades arbustivas de sustitución, e incluso pastos herbáceos. Del mismo modo, se ve muy afectado por la abundancia de jabalí y otros predadores generalistas. Por ello, la buena gestión silvopastoral y cinegética de su hábitat resulta imprescindible para su cada vez más problemática conservación. Otros dos galliformes de carácter menos forestal: la perdiz pardilla (*Perdix perdix*) y el lagópodo alpino (*Lagopus mutus*) también dependen en buena medida de la gestión pastoral de montaña, y tanto la ordenación del pastoreo como la realización de desbroces puntuales (por ejemplo, mediante fuego controlado) resultan eficaces herramientas para su conservación (Canut, 2001).

La conservación del topillo de Cabrera (*Microtus cabrerae*), un micromamífero endémico de la península Ibérica ligado a vallicares, fenalares y juncales mediterráneos (San Miguel, 1994) también se ve fuertemente afectada por la intensificación del pastoreo y el cultivo de su hábitat y está fuertemente ligada a una racional gestión de esas comunidades pascícolas.

Para finalizar este catálogo de ejemplos, que podría prolongarse ampliamente, señalaremos que los expertos en conservación de herpetofauna (Montori *et al.*, 2001) también apuntan que la diversidad estructural de la vegetación, con una estructura en mosaico, resulta muy deseable, y que las actividades silvopastorales tradicionales y la protección de los setos y otras comunidades arbustivas constituyen eficaces medidas para la conservación de este grupo faunístico. Algo parecido, aunque mucho menos conocido, sucede con los Lepidópteros y otros artrópodos protegidos, para los que los sistemas silvopastorales constituyen no sólo su refugio y zona de cría sino también su principal fuente de alimentación.

Gestión silvopastoral y conservación de espacios protegidos

Para finalizar, apuntaremos también algunas ideas sobre la importancia de la gestión silvopastoral en la conservación de los espacios protegidos españoles. España es un país adelantado en materia de Espacios Naturales Protegidos, tanto por el temprano inicio de su conservación (1918: Par-

ques Nacionales de la Montaña de Covadonga y Ordesa) como por la magnitud del territorio afectado (casi 3 millones de ha, o un 5,8 % del territorio nacional)(Ministerio de Medio Ambiente, 1999; O.A. Parques Nacionales, 1999a). Sin embargo, tal situación no es del todo satisfactoria porque esa superficie no cubre suficientemente la riqueza biológica y paisajística de España, porque existen fuertes desequilibrios regionales y porque los medios materiales y humanos destinados a su protección no siempre son suficientes. Por otra parte, la transferencia a las Comunidades Autónomas de parte de las competencias en materia de conservación de la naturaleza ha permitido la proliferación de nuevos tipos de espacios naturales protegidos y una cierta diversidad en las razones reales de su declaración. Sin embargo, como dijimos anteriormente, la puesta en marcha de la Red Natura 2000 va a suponer un fuerte impulso para la política de protección de especies y espacios, al ampliar muy notablemente la superficie afectada (casi un 25 % del territorio nacional) y al hacerlo con un régimen de protección compatible con la mayoría de sus técnicas de gestión actuales: sólo se prohíben las incompatibles con la persistencia de los valores que motivaron su inclusión en la Red.

Las principales figuras de espacios protegidos españoles son las siguientes: Parque Nacional, Parque Natural/Parque Regional/Parque Rural, Reserva Natural/Reserva Integral, Monumento Natural y Paisaje Protegido (Ministerio de Medio Ambiente, 1999). No obstante, existen otras de ámbito autonómico y próximamente se incorporarán las Zonas de Especial Conservación (ZEC) correspondientes a la Red Natura 2000. De todas ellas, las correspondientes a los mayores niveles de protección son los Parques Nacionales y las Reservas Naturales o Integrales. En el resto, como dijimos, la gestión silvopastoral, herramienta que ha permitido la creación y persistencia de sus sistemas agroforestales, es no sólo compatible con su régimen de protección, sino imprescindible para garantizar la perpetuación de sus valores naturales. De hecho, la función de la Administración, tanto en ellas como en la Red Natura 2000, debe ser velar porque la gestión agraria sea compatible con la persistencia de los valores que han provocado su inclusión en la Red de Espacios Protegidos. En ese sentido, tan perjudicial puede ser el aprovechamiento excesivo como la nula o insuficiente gestión, y en ambos casos es función de la Administración la promoción de medidas legales que fomenten las buenas prácticas agrarias y compensen las limitaciones al uso o las pérdidas de renta que pudiera provocar el régimen de protección. En el caso de la Red Natura 2000, será especialmente importante ganarse la confianza del propietario, demostrarle que puede seguir gestionando y produciendo y que, precisamente de ese modo, está contribuyendo a la conservación de nuestro patrimonio biológico y cultural (Coffey, 2003).

Los Parques Nacionales son expresión de lo mejor de la naturaleza española. Se definen como espacios naturales de alto valor ecológico y cultural, poco transformados por la explotación u ocupación humana que, en razón de la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, de su fauna o de sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, educativos y científicos cuya conservación merece una atención preferente...(O.A. Parques Nacionales, 1999b). A pesar de ello, como ya indicamos, todos corresponden a ecosistemas en mayor o menor medida antrópicos y por ello todos necesitan, en mayor o menor medida, gestión para garantizar su persistencia. De hecho, como reconoce el propio Plan Director de la Red de Parques Nacionales (O.A. Parques Nacionales, 1999b) la gestión tradicional es no sólo compatible con su persistencia sino necesaria en muchos casos y constituye parte de esos "*rasgos identificativos de tradición y cultura que han contribuido a modelar paisajes*" y que están indisolublemente unidos a sus valores ecológicos y culturales. En concreto, los dos primeros Parques Nacionales declarados en España: el de la Montaña de Covadonga (hoy, tras su ampliación, de Picos de Europa) y el de Ordesa y Monte Perdido, poseen, como principal rasgo identificativo de su paisaje, los pastos de puerto, modelados y perpetuados durante milenios por el ganado trashumante o transterminante (Fillat *et al.*, 1995; Menéndez, 1999; Rada, 1999). Por ello, el mantenimiento del pastoreo tradicional y la comprensión del porqué de la existencia de esos ecosistemas resultan vitales para su conservación. En ellos el pastoreo, si no puede seguir siendo una actividad productiva que genera diversidad y calidad ambiental, tendrá que ser una

herramienta de conservación (pagada como tal) que además genera productos. Lo mismo sucede en el Parque Nacional de Aigüestortes i Estani de Sant Maurici (Carrillo y Afonso, 1999) y algo parecido, aunque en la muy alta montaña mediterránea, con una flora extremadamente rica en endemismos y con un fuerte componente antrópico, en el de Sierra Nevada.

El Parque Nacional de Cabañeros (Jiménez, 1998) representa a los sistemas ligados al monte mediterráneo: bosques, montes bajos, matorrales y arbustedos, dehesas y pastos agostantes. Por ello, por las abundantes evidencias de la intensa y continuada actuación antrópica a la que se ha visto sometido desde el paleolítico y por incluir fincas cinegéticas de titularidad privada, constituye uno de los más claros ejemplos en los que la gestión silvopastoral es absolutamente imprescindible para su conservación. Algo parecido sucede con el Parque Nacional de Doñana (Castaño *et al.*, 1998) en el que, tanto la necesidad de perpetuar las comunidades herbáceas y arbustivas naturales como la de prevenir incendios catastróficos e incluso la de proporcionar alimento a los lagomorfos, ungulados y predadores (muy especialmente, el lince ibérico y el águila imperial), han puesto de manifiesto la necesidad de llevar a cabo medidas de gestión silvopastoral, que van desde la mejora o implantación de pastos hasta los desbroces selectivos o puntuales, la selvicultura o la repoblación con especies arbóreas y arbustivas.

Para finalizar, señalaremos que la prevención de los incendios forestales, cada vez más necesaria por el incremento de la población española y el abandono de gran parte de los aprovechamientos forestales que permitían el control del combustible en el monte, resulta también una eficaz medida de conservación de las especies y espacios protegidos. Para conseguirla se dispone de potentes medios técnicos (imágenes de satélite, modelos climáticos, de combustible y de simulación de la evolución de los incendios, vehículos terrestres y aéreos, etc.) y abundante personal y medios económicos. Sin embargo, se ha prestado poca atención al papel esencial que puede desempeñar el pastoreo en el control de la vegetación leñosa y en la creación y mantenimiento de áreas cortafuegos. Afortunadamente, en los últimos años, tanto algunos grupos de investigación (González Rebollar *et al.*, 1999) como ciertas Administraciones (la Generalitat Valenciana, por ejemplo) han percibido la relevancia del tema y han empezado a abordar el estudio de esos sistemas de gestión y a adoptar medidas legales tendentes a fomentar la utilización del ganado con ese fin. Esperemos que de ese modo se consiga no sólo reducir la frecuencia, tamaño e intensidad de los incendios sino también conservar ese extraordinario patrimonio biológico y cultural que son nuestros sistemas agroforestales tradicionales y, en definitiva, nuestras especies y espacios protegidos y todo nuestro medio natural.

Referencias bibliográficas

ARSUAGA, J.L., 2001. *El enigma de la esfinge*. Plaza & Janés. Barcelona.

BLANCO,J.C. 2001. El hábitat del lobo: la importancia de los aspectos ecológicos y socioeconómicos. En: *Conservación de la biodiversidad y gestión forestal*, 415-432. Ed. J. Camprodon y E. Plana. Edicions de la Universitat de Barcelona – CTF. Barcelona.

BLANCO, J.C.; GONZÁLEZ, J.L., 1992. *Libro rojo de los vertebrados de España*. ICONA. Ministerio de Agricultura, P. y A. Madrid.

CAMPOS, P.; RODRÍGUEZ, Y., 2002. Aspectos económicos de las prácticas agroforestales. Un sistema de indicadores monetarios y biofísicos. *Cuadernos de la Soc. Esp. de Ciencias Forestales*, **14**, 39-64.

CANUT, J., 2001. Gallináceas de montaña (perdiz pardilla, lagópodo alpino y urogallo) y gestión forestal. En: *Conservación de la biodiversidad y gestión forestal*, 291-306. Eds. J. Camprodón y E. Plana. Edicions Universitat de Barcelona – CTF. Barcelona.

CARRILLO, E.; AFONSO, I., 1999. *Guía del Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*. O.A. Parques Nacionales. Madrid.

CASTAÑO, A.; MATEOS, J.; RIVERA, M.L., 1998. *Guía del Parque Nacional de Doñana*. O.A. Parques Nacionales. Madrid.

CASTROVIEJO, S., 2002. Riqueza florística de la Península Ibérica e Islas Baleares. El Proyectos "Flora Ibérica". En: *La diversidad biológica en España*, 167-174. Eds. F.D. Pineda, F.D.; J.M. Miguel; M.A. Casado; J. Montalvo. Pearson Educación. Madrid.

CLEVENGER, A.P.; PURROY, F.J., 1991. *Ecología del oso pardo en España*. Monografías Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid.

COFFEY, C., 2003. Natura 2000: Promoting the social and economic benefits. *La Cabaña*, **16**, 15-16.

COMISIÓN EUROPEA, 1992. *Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres*. Comisión Europea. Bruselas.

CORREAL, E.; SOTOMAYOR, J.A., 1998. *Sistemas ovino-cereal y su repercusión sobre el medio natural*. 109-128. Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP. Soria.

DELIBES, M.; RODRÍGUEZ, A.; FERRERAS, P., 2000. *Action Plan for the Conservation of the Iberian Lynx in Europe (Lynx pardinus)*. Council of Europe. Estrasburgo.

DGCONA, 2002. *Plan Forestal Español. Documento de debate*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

DG ENV. 2002. Barómetro Natura. *Boletín Natura 2000*, **15**, 8-9.

FERRER, C.; BARRANTES, O.; BROCA, A. 2002. La noción de biodiversidad en los ecosistemas pascícolas españoles. *Pastos* (en prensa).

FERRER, C.; BROCA, A., 1999 *El binomio agricultura – ganadería en los ecosistemas mediterráneos. Pastoreo frente a desierto verde*. Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP, 307-334. SEEP. Almería.

FERRER, C.; SAN MIGUEL, A. (Coord.), 1999. *Tipificación, cartografía y evaluación de los Pastos Españoles*. Protocolo del Proyecto INIA OT00-037-C17. S.E.E.P. Madrid.

FILLAT, F. 2002. La cultura pastoril española. En: *La diversidad biológica en España*, 81-88. Eds. F.D. Pineda, F.D.; J.M. Miguel; M.A. Casado; J. Montalvo. Pearson Educación. Madrid.

FILLAT, F.; GARCÍA GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, D. 1995. Importancia de la ganadería en la conservación del paisaje pirenaico. *Quercus*, **107**, 24-26.

GARCÍA ANTÓN, M. ; MALDONADO, J.; MORLA, C.; SAÍNZ, H., 2002. Fitogeografía histórica de la Península Ibérica. En: *La diversidad biológica en España*, 45-63. Eds. F.D. Pineda, F.D.; J.M. Miguel; M.A. Casado; J. Montalvo. Pearson Educación. Madrid.

GÓMEZ CAMPO, C., 2002. Especies vegetales amenazadas. En: *La diversidad biológica en España*, 331-338. Eds. F.D. Pineda, F.D.; J.M. Miguel; M.A. Casado; J. Montalvo. Pearson Educación. Madrid.

GONZÁLEZ REBOLLAR, J.L.; ROBLES, A.B.; SIMÓN, E., 1999. *Las áreas pasto-cortafuegos entre las prácticas de gestión y protección de los espacios forestales mediterráneos*. 143-154. Actas XXXIX Reunión Científica de la SEEP. Almería.

HERRERA, C.; PELLMYR, O., 2002. *Plant-Animal Interactions: an Evolutionary Approach*. Blackwell Science. Oxford.

HIRALDO, F.; DELIBES, M.; CALDERÓN, J., 1979. *El quebrantahuesos en los Pirineos*. Monografías ICONA nº **22**. Ministerio de Agricultura, P. y A. Madrid.

JIMÉNEZ, J., 1998. *Guía del Parque Nacional de Cabañeros*. O.A. Parques Nacionales. Madrid.

LAGUNA, E., 1995. Microrreservas de flora: un nuevo modelo de conservación en la Comunidad Valenciana. *Quercus*, **118**, 22-26.

LAYNA, J.F., HEREDIA, B.; PALOMERO, G.; DOADRIO, I., 2000. *La conservación del oso pardo en Europa: un reto de cara al siglo XXI. Fundación Biodiversidad*. 205 pp. Madrid.

LEAKEY, R., 1993. *La formación de la humanidad*. Ed. RBA. Barcelona.

LÓPEZ, A., 2003. Cuenta atrás para la "tercera revolución de la PAC". *Mundo Ganadero*, **152**, 14-17.

MARAÑÓN, T., 1996. Ecología de los bancos de semillas en el suelo: una revisión de estudios españoles. *Pastos*, **25**, 3-25.

MARTÍ, B., 1983. Inicios de la agricultura en la Península Ibérica. *Investigación y Ciencia*, **78**, 99-107.

MENÉNDEZ, M. (Coord.), 1999. *Parque Nacional de los Picos de Europa*. O.A. Parques Nacionales. Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 1999. *Estrategia Española para el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

MONTORI, A.; LLORENTE, G.; CARRETERO, M.; SANTOS, X. 2001. La gestión forestal en relación con la herpetofauna. En: *Conservación de la biodiversidad y gestión forestal*, 251-289. Eds. J. Camprodón y E. Plana. Edicions Universitat de Barcelona – CTF. Barcelona.

MONTSERRAT, P., 1999. La gestión ambiental. Aspectos instintivos y culturales adquiridos por coevolución. En: *Homenaje a D. Angel Ramos Fernández*, 1451-1462. Ed. S. González. E.T.S.I. Montes. Madrid.

MONTSERRAT, P. 2002. Pastos Ibéricos. En: *La Diversidad Biológica en España*, 81-88. Ed. F.D. Pineda, F.D.; J.M. Miguel; M.A. Casado; J. Montalvo. Pearson Educación. Madrid.

NAIR, P.K.R., 1991. State-of-the-art of agroforestry systems. En: *Agroforestry: principles and practice*, 5-29. Ed.: P.G. JARVIS. Elsevier. Amsterdam.

O.A PARQUES NACIONALES, 1999a. *Biodiversidad y Parques Nacionales*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

O.A PARQUES NACIONALES, 1999b. *Plan Director de la Red de Parques Nacionales*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

PINEDA, F.D.; MIGUEL, J.M.; CASADO, M.A., 1998. *Diversidad biológica y cultura rural*. Ed. Mundi-Prensa – Multimedia Ambiental. Madrid.

RADA, B. (Coord.), 1999. *Guía del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. O.A. Parques Nacionales. Madrid.

RAMOS, M.A.; LOBO, J.M.; ESTEBAN, M., 2002. Riqueza faunística de la península Ibérica e islas Baleares. El Proyecto "Fauna Ibérica". En: *La diversidad biológica en España*, 197-208. Eds. F.D. Pineda, F.D.; J.M. Miguel; M.A. Casado; J. Montalvo. Pearson Educación. Madrid.

REY BENAYAS, J.M., 2001. Diversidad de plantas en comunidades mediterráneas. Escala, regularidades, procesos e implicaciones del cambio global. En: *Ecosistemas Mediterráneos: Análisis Funcional*, 391-422. CSIC - AEET. Granada.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T.E.; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSA, M.; PENAS, A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal (incluye Index of taxon names). *Itinera Geobotanica*, **15(1,2)**, 5-922.

RODRÍGUEZ, A.; DELIBES, M., 1990. *El lince ibérico (Lynx pardina) en España*. ICONA. Madrid.

SAN MIGUEL, A., 1994. El topillo de Cabrera (*Microtus cabrerae* Thomas, 1906): una reliquia faunística de la Península Ibérica. *Quercus*, **103** 14-18.

SAN MIGUEL, A., 2001. *Pastos Naturales Españoles*. Fundación Conde del Valle de Salazar y Mundi-Prensa. Madrid.

SAN MIGUEL, A., 2002. *Gestión silvopastoral para la conservación de la naturaleza en la España mediterránea*. Curso "Conservación de la naturaleza: una estrategia para el siglo XXI". Universidad Internacional de Andalucía en Baeza. Ponencia no publicada.

SAN MIGUEL, A. (Coord.), 2003. *Manual de buenas prácticas de gestión para fincas LIFE de monte mediterráneo*. DGCONA-Fundación CBD-Hábitat. Madrid (en prensa).

S.E.C.F., 2002. *Conclusiones del III Congreso Forestal Español*. Junta de Andalucía. Sevilla.

S.E.E.P., 1999. *Conclusiones de la XXXIX Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Almería.

TORRE, M., 2001. Gestión forestal de zonas oseras: requerimientos del oso pardo e interacciones con los aprovechamientos En: *Conservación de la biodiversidad y gestión forestal*, 2447-454. Eds. J. Camprodón y E. Plana. Edicions Universitat de Barcelona – CTF. Barcelona.

VAN VALEN, L., 1973. A new evolutionary law. *Evolutionary Theory*, **1**, 1-30.

LA PARTICIPACIÓN SOCIAL EN PROYECTOS DE ORDENACIÓN: EL CASO DEL PASTOREO EN UN ESPACIO NATURAL PROTEGIDO DE MONTAÑA

J. Aguirre[1], A. Fillat[2] y F. Fillat[3]

[1] MSA I+D S.L. Apdo. 64. E-22700 Jaca (Huesca). [2] Departamento de Economía Agraria. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. Carretera Cuarte s/n. E- 22071 Huesca. [3] Instituto Pirenaico de Ecología – CSIC. Apdo. 64. E-22700 Jaca (Huesca).

Resumen

Los Espacios Naturales Protegidos se establecen sobre territorios que son habitados por una población local que ejerce unos particulares usos del suelo y que, en la mayoría de los casos, son los que han determinado su configuración y parte de su valor ambiental. La presente contribución pretende justificar la necesidad de la Participación Social en la elaboración de Proyectos de Ordenación para el caso concreto del pastoreo en sistemas montañosos y valorar a través de unos indicadores cualitativos la viabilidad del Proyecto. Con una asistencia del 64 ± 24 % a las reuniones, junto con un grado de cohesión interna y una disposición a asociarse media-alta, los autores advierten (a) una buena aceptación por parte de los actores locales a participar en su elaboración y (b) el éxito a la hora de lograr la Participación Social y a través de ésta plantear y alcanzar los objetivos concretos del mismo.

Palabras Clave: asistencia, cohesión, desarrollo rural, ganadería, Pirineos.

Introducción

Los Espacios Naturales Protegidos (ENP) no son más que realidades administrativas que concentran ciertos recursos humanos y materiales necesarios para cumplir los objetivos marcados legalmente y desarrollados en los correspondientes planes de gestión. La consecución de estos objetivos sucede sobre un territorio donde existen unos determinados usos del suelo, generalmente condicionados por la actividad económica presente.

En la mayor parte de estos territorios encontramos una población local que ha venido desarrollando una serie de actividades sobre ese medio. Las situaciones de conflicto social asociadas a la declaración y a la propia gestión del ENP han conducido al reconocimiento cada vez más explícito del papel de la población como un elemento más del ecosistema, integrado e integrante de sus relaciones, que debe ser tenido en cuenta por el planificador y el gestor. No hay que olvidar que para los habitantes de estos ENPs todo representa un sitio y un espacio (Uphoff, 1992).

La reciente incorporación de elementos de índole socioeconómica en la conservación de los ENP, ha conducido a una situación caracterizada por dos aspectos clave: (a) la consideración del bienestar de la población que habita el territorio protegido, y (b) el reconocimiento y la valoración de una relación positiva entre cierto tipo de aprovechamiento económico y la garantía de pervivencia

de sus valores naturales (Alba, 1999). Este cambio supone la necesidad de incorporar objetivos socioeconómicos y modelos de desarrollo orientados a la compatibilización de la conservación del medio y la calidad de vida de las poblaciones locales.

Los objetivos de nuestra contribución a este congreso se dirigen a justificar la participación social en el desarrollo de Proyectos de Ordenación Pastoral, así como a cuantificar unos indicadores que, en la fase incial de formulación del proyecto: Ordenación Pastoral de un ENP de montaña (Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido –PNOMP–), permiten aventurar el desarrollo de los acontecimientos y evaluar objetivamente el primer contacto con los destinatarios.

Material y métodos

El enfoque conceptual que enmarca el trabajo del cual extraemos esta contribución transforma el papel jugado por el ganadero, pasando de ser mero espectador a, como profundo conocedor de la zona y los modos de explotación de los recursos, participante en la elaboración de un reglamento del que él es el creador y, a la vez, el beneficiario. Para lo cuál se ha establecido un ciclo de reuniones con los ganaderos de los 6 municipios que pastan en el Parque: Bielsa, Fanlo, Fiscal, Puertolas, Tella-Sin y Torla. Se llevaron a cabo en el otoño de 2002.

En la primera ronda de reuniones se persiguen varios objetivos relacionados con el Proyecto concreto a desarrollar. Sin embargo, de forma indirecta, se pretende vislumbrar (i) el éxito de la puesta en escena, entendiéndose por esto el nivel de asistencia a las reuniones y el ambiente dentro del cual se desarrolló, y (ii) el grado de cohesión interna del gremio así como su disposición a asociarse.

Las reuniones con los destinatarios pretenden potenciar el desarrollo de la participación propiamente dicha, entendidas como vehículos para emprender acciones. El éxito depende de que la gente acuda y de su capacidad para expresarse, constituyendo un método en el que se obtiene bastante información con bajos costes (Freeman *et al.*, 1980).

Para ello la reunión se vertebró en torno a una encuesta dirigida, llevando a cabo un método mixto en el que figuran preguntas con respuesta abierta junto con otras de respuesta cerrada. Concluyendo con un debate sobre las primeras impresiones que muestran sobre los problemas existentes, la normativa necesaria y los pasos a seguir en la próxima ronda de reuniones. Todo ello bajo el intento, que lleva a cabo el equipo que realiza el trabajo, de alcanzar un buen clima en la reunión (valoración siempre subjetiva), junto con la nueva satisfacción que sienten los ganaderos al comprobar que son ellos los que decidirán quién, dónde, cuándo y cómo se van a hacer las cuestiones esenciales de su actividad profesional.

Intentando dar un paso más allá de la mera formulación de un reglamento de utilización, el Proyecto persigue la reunificación de los ganaderos, como profesionales del sector primario, relevante tanto de cara a la conservación ambiental como en la producción de productos pecuarios de calidad.

Las variables que en el apartado de resultados se muestran y en el siguiente se discuten son: **la asistencia**, medida en porcentaje de asistentes frente al total de citados; **la cohesión interna**, cuya importancia ha sido puesta de manifiesto ya en ámbitos internacionales (Cernea, 1991) de cara a la obtención de los resultados previstos en el proyecto concreto de que se trate, y cuya manifestación siempre es deseable en cualquier proceso que involucre la participación social (Kuklinski, 1977); y **la disposición a asociarse**; las agrupaciones locales (en este caso la posible Asociación de Ganaderos que pastan en el PNOMP), son una figura relevante dentro de la estructura de la sociedad rural y, tanto su existencia como su cantidad, es de gran importancia de cara a alcanzar buenos resultados en la implementación de un proyecto como ya ha sido demostrado en otros ámbitos (Kottak, 1991).

Resultados

Justificación de la participación social en Proyectos de Ordenación Pastoral

De acuerdo con la normativa por la que se rige el PNOMP (Jefatura del Estado, 1989) y con la que éste regula los aprovechamientos dentro de él (MAPA, 1995), la actividad ganadera es considerada una de las más importantes, por tanto debe de ser incluida en su seno. Por ello el Parque necesita disponer de unas normas de utilización de los recursos pastables, y aquellos otros imprescindibles para el desarrollo de dicha actividad por parte de los usuarios.

Estos usuarios –ganaderos– son vecinos de municipios encuadrados dentro de las zonas asignadas en España como Objetivo 2 –zonas rurales en declive– de los Fondos Estructurales de la Unión Europea, cuyo objetivo es: "*apoyar la reconversión económica y social de las zonas con deficiencias estructurales*" (Comisión Europea, 2000). Fondos que deben ayudar a reducir las diferencias entre los niveles de desarrollo de las diversas regiones y el retraso de las menos favorecidas incluidas las zonas rurales, a fin de reforzar la cohesión económica y social, contemplada en el artículo 158 del Tratado (Consejo de la Unión Europea, 1999b).

La política común de desarrollo rural puesta en marcha por la Unión Europea acompaña y sirve de complemento a otros instrumentos de la Política Agraria Común (PAC), y en su elaboración se han tenido en cuenta las características especiales de la actividad agropecuaria en las distintas regiones, siguiendo el principio de subsidiaridad que, por tal motivo, ha de ser lo más descentralizada posible y se hace especial hincapié en la *participación y el tratamiento de los problemas desde la base* (Consejo de la Unión Europea, 1999a).

Más allá del marco europeo, la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, Brasil, en 1992, aportó la denominada Agenda 21 (AL21), cuyos compromisos fueron trasladados a la UE en el V Programa. El cual se proponía como objetivo, para 1996, que la mayoría de las Administraciones Locales de cada país hubieran logrado un consenso para establecer la AL21 en su comunidad. En 1994, en Aalborg, Dinamarca, 300 Ciudades pertenecientes a 28 Estados firmaron la "Carta de las Ciudades y Pueblos Europeos hacia la Sostenibilidad", estableciendo 14 prerrequisitos para los pueblos europeos de los que resaltamos: "*los ciudadanos como actores principales en la implicación de la comunidad*".

La segunda fase de la Agenda Local 21 se presentó en la Segunda Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles en octubre de 1996 en Lisboa, Portugal, comprometiéndose a implementar no sólo ésta sino también la Agenda Habitat. Destacando de sus postulados el séptimo: "*Integraremos el desarrollo medioambiental con el social y económico para mejorar la salud y la calidad de vida de nuestros ciudadanos*".

Sin embargo, desde la declaración del Parque hasta el momento actual, no se había contado con su colaboración e implicación directa, más bien al contrario: los ganaderos han percibido la normativa como una limitación impuesta por un ente impersonal que denominan: Administración, intruso en su actividad y ajeno a su modo de vida.

Se sabe desde hace años que los programas y proyectos destinados a mejorar el bienestar de la población rural sólo son efectivos cuando los beneficiarios participan en la toma de decisiones (Coombs, 1980; Lacroix, 1985; Durston, 1988).

Los habitantes de áreas rurales no son recipientes vacíos, que se benefician pasivamente por la obra de planificadores omniscentes. Lejos de ello, sus conocimientos sobre su medio y sobre la compleja evolución del tejido socioeconómico local superan con creces al de los expertos (Calvo, 1986).

Indicadores

A continuación se muestran, en tres figuras, los principales indicadores extraídos de la primera ronda de reuniones llevada a cabo con los actores locales.

Figura 1: Porcentaje de asistencia de los ganaderos a las reuniones en cada sector municipal.

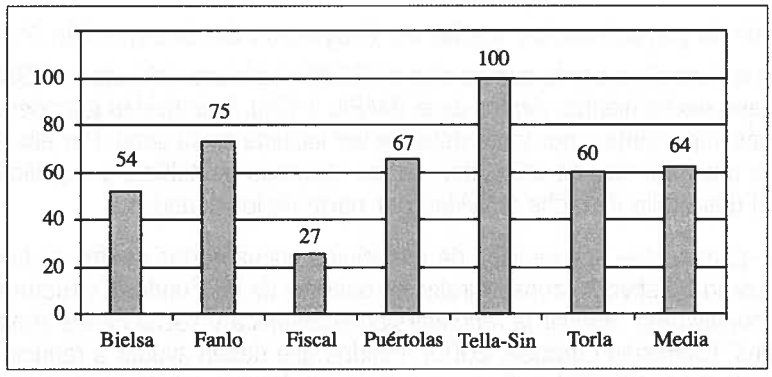


Figura 2: Grado de cohesión interna de los ganaderos entre sí dentro de cada municipio (0: nulo; 1: bajo; 2: medio; 3: alto).

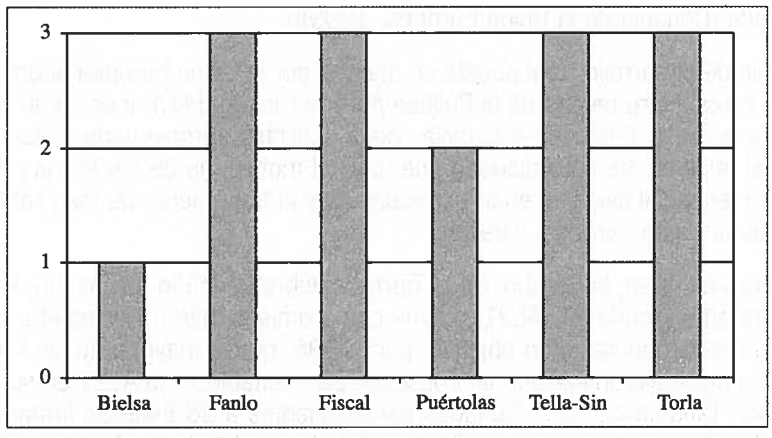
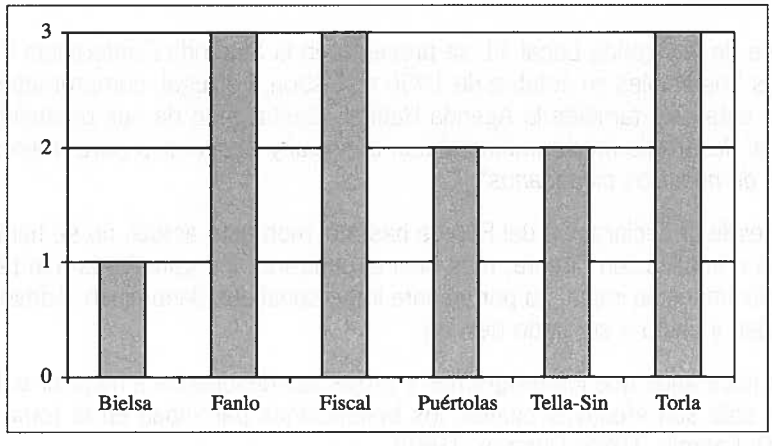


Figura 3: Interés mostrado por los ganaderos de cada Término Municipal por crear y participar en una gran asociación que integre a todos aquellos que llevan su ganado a pastar al PNOMP. (0: nulo; 1: bajo; 2: medio; 3: alto).



Discusión y conclusiones

Tratándose de una zona rural de montaña con grandes valores naturales (no hay que olvidar que se trata de un Parque Nacional), siguiendo el principio de subsidiaridad propuesto por la Política Común de Desarrollo Rural, financiada entre otros por los Fondos Estructurales, los que a su vez encuadran nuestra zona dentro del Objetivo 2, nos parece que se justifica la Participación Social en la elaboración de proyectos de ordenación tal y como se ha descrito dentro del ámbito euro-

peo; asimismo, la comunidad internacional apoya estas tésis con la Agenda 21, propuesta en la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro y su continuo perfeccionamiento.

La experiencia ha demostrado que los proyectos que han incorporado la participación han tenido una rentabilidad mucho más alta que los que no lo hicieron (Kottak, 1991), pero las metodologías de participación son un continuo caminar por la práctica hasta que la participación ha sido conseguida (Cernea, 1991). Por tanto, a pesar del retraso en su utilización y de la multiplicidad de herramientas a la hora de llevarla a la práctica, la Participación Social se revela como un excelente y consistente medio para alcanzar objetivos asumibles en la Ordenación de usos tradicionales del territorio.

Podemos considerar la asistencia a las reuniones como un indicador sobre el interés real que tienen los actores locales a la hora de participar activamente en la elaboración del Proyecto del que se extrae esta contribución. El nivel de asistencia ha sido de: 64 ± 24 por cien, por lo que interpretamos que sí existe un interés en la población de usuarios/beneficiarios del proyecto por participar en la elaboración de la normativa pastoral.

A la hora de valorar el grado de participación y, dejando de lado las metodologías estrictamente cuantitativas (Tweeten, 1989; Sonis y Hewings, 1990), utilizamos las llamadas mixtas, basándonos en el análisis de variables cualitativas que, una vez categorizadas permiten valorar variables no numéricas de difícil cuantificación –aptitudes, actitudes, mentalidades, etc.– (Muñiz, 1989) o como es el caso: el grado de cohesión interna entre los ganaderos de un mismo municipio, y el interés por crear una gran asociación que integre a todos los ganaderos que llevan sus ganados a pastar al PNOMP; sin olvidar la recomendación de Kottak (1991) sobre que "*lo importante es no dedicarse al análisis de porcentajes concretos sino a la interpretación de tendencias*".

De acuerdo a lo que se puede observar en las Figura 2 y 3, el grado de cohesión interna que los ganaderos de los municipios conservan junto con su disposición a asociarse es medio-alto.

Estos resultados nos animan a pensar que el modelo de Participación Social elegido para la elaboración del Proyecto de Ordenación Pastoral está siendo bien acogido por los beneficiarios/usuarios, y que su implementación en sus dos aspectos: (i) lograr la participación social y (ii) a través de ésta alcanzar los objetivos propuestos, podrían llegar a conseguirse.

Referencias bibliográficas

ALBA, J. 1999. Utilidad de métodos asociados a encuestas y construcción de GIS para la valoración socioeconómica de la repercusión de los ENP en su área de influencia. En: *Actas de ESPARC 98: Implicaciones socioeconómicas de la declaración de espacios naturales protegidos (ENP).* Múgica, M. (ed.). pp.: 92-97. EUROPARC-España.

CALVO, G. 1986. *Community early childhood development projects: an alternative strategy for the poor.* Tesis doctoral. Teachers College. Columbia University. New York (USA).

CERNEA, M. M. 1991. *Putting People First: Sociological Variables in Rural Development.* 2nd Edition. Oxford University Press for the World Bank. New York (USA).

COMISIÓN EUROPEA. 2000. DECISIÓN (CE) 264/2000 de la Comisión, de 14/03, por la que se establece la lista de las zonas correspondientes al objetivo nº 2 de los Fondos Estructurales para el período de 2000 a 2006 en España. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas,* **L 84**, 26-46.

CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. 1999a. REGLAMENTO (CE) 1257/1999 de 17/05, sobre la ayuda al desarrollo rural a cargo del Fondo Europeo de Orientación y de Garantía Agrícola (FEOGA) y por el que se modifican y derogan determinados Reglamentos. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas,* **L 160**, 80-102.

CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. 1999b. REGLAMENTO (CE) Nº 1260/1999 del Consejo, de 21/06, por el que se establecen disposiciones generales sobre los Fondos Estructurales. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, **L 161**, 1-42.

COOMBS, P. 1980. *Meeting the needs of the rural poor: the integrated community based approach*. Ed. Pergamon. New York (USA).

DURSTON, J. 1988. Política social rural en una estrategia de desarrollo sostenido. *Revista de la Cepal*, **36**, 8-98.

FREEMAN, H., ROSSI, P. y WRIGHT, S. 1980. *Evaluating social projects in developing contries*. OCDE Publications and Information Center. Paris (Francia).

JEFATURA DEL ESTADO. 1989. LEY 4/1989, de 27 de marzo, de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres. *Boletín Oficial del Estado*, **74**, 8262-8269.

KOTTAK, C. 1991. When not give priority to the people: some sociologic readings of determined projects. En: *Putting People First: Sociological Variables in Rural Development*. Cernea, M. M. (Coor.). Oxford University Press for the World Bank. New York (USA).

KUKLINSKI, A. 1977. *Social issues in regional policy and regional planning*. Ed. Mouton de Gruyter. La Haya (Holanda).

LACROIX, R. 1985. *Integrated rural development in Latin America*. World Bank Working Paper. (Report Nº 716). Washington D.C. (USA).

MAPA. 1995. REAL DECRETO 409/1995 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. *Boletín Oficial del Estado*, **112**, 13622-13630.

MUÑIZ, P. 1989. *Evaluación del impacto social: una metodología alternativa para la evaluación de proyectos*. Costa Rica.

SONIS, M. y HEWINGS, D. 1990. *Recount advances in regional economic modelling*. Canadá.

TWEETEN, L. 1989. *Agricultural policy analysis tools for economic development*. Westview Studies in Agricultural Science and Policy. New York (USA).

UPHOFF, N. 1992. *Local Institutions and Participation for Sustainable Development*. Gatekeeper Series Nº. 31. Sustainable Agriculture Programme of the International Institute for Environment and Development. London (UK).

THE SOCIAL PARTICIPACION IN ORDINATION PROJECTS: THE CASE OF GRAZING IN THE MOUNTAIN NATURAL SPACE

SUMMARY

The Natural Protected Areas are situated on territories inhabited by local populations which exercise a particular land uses and, in the majority of the cases, they have determined their configuration and environmental values. This contribution pretends to justify the need of the Social Participation in the elaboration of Rural Projects related, in that particular case, with the grazing organization in mountainous systems. With an attendance at the meetings of the 64 ± 24 %, united with a medium-high grade of internal cohesion and a associate disposition, the authors assume: (a) a good acceptance by of the local actors to participate in the elaboration of the Project and (b) the success in order to achieve the Social Participation and through it to reach the specific objectives of the Pastoral Ordination Project.

Keywords: attendance, cohesion, rural development, livestock, Pyrenees.

VALORACIÓN ECO-PASTORAL DE LOS PUERTOS DE GÓRIZ EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO

N. Gañán, R. García González, D. Gómez García, A. Aldezabal y A. Marinas

Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Apdo. Correos 64, 22700 Jaca (Spain).

Resumen

Se aplica un método para calcular el valor eco-pastoral de los pastos supraforestales en los Pirineos españoles. Para ello se ha utilizado un índice que considera aspectos relacionados con el valor ecológico de los pastos y con su interés pastoral. Para ilustrar la explicación se han utilizado dos aproximaciones, una en la que se realizan las estimaciones referidas a las principales comunidades pascícolas presentes en toda la superficie de los Puertos de Góriz (Pirineo Central) y otra en la que se trabaja sólo las zonas más frecuentadas por el ganado (Áreas de Pastoreo) en esos puertos. Los resultados generales ponen de manifiesto que los tipos de pastos de mayor interés para el ganado son los que presentan menor valor ecológico. Contrariamente, comunidades pascícolas con valor ecológico elevado presentan escasa importancia desde el punto de vista pastoral.

Palabras clave: Conservación, ordenación de pastos, biodiversidad, producción, calidad nutritiva.

Introducción

A pesar de ser numerosos los estudios sobre los pastos de puerto en nuestro país y de disponer en la actualidad de bastante información al respecto, no existe hasta la fecha ninguna clasificación que reúna su importancia desde el punto de vista pastoral (producción y calidad) con el valor ecológico de las comunidades y especies vegetales que los integran.

Los estudios de clasificación de ambientes y hábitats que conjugan aspectos ecológicos e interés económico (Alvarez, 1999; Riera *et al.* 1998) y los modelos de gestión ("hábitat ranking", "Land ranking") son recientes y están muy relacionados con el desarrollo de conceptos como la biología y el valor de la conservación, el mantenimiento de la biodiversidad, el análisis de impactos y el desarrollo sostenible (Smith & Theberge, 1986; Rossi & Kuitunen, 1996; Pienkouwski *et al.*, 1996). No se tiene conocimiento, sin embargo, de la existencia de ningún índice mixto que aúne ambos aspectos, el ecológico y el pastoral.

El presente trabajo expone un método de valoración que considera los dos puntos de vista con el objetivo no sólo de reunir la información disponible sino también, y fundamentalmente, de dotar a gestores y técnicos de una herramienta para la ordenación y la conservación de los pastos. Con la definición del Índice Eco-Pastoral que se expone en este trabajo se pretende ensayar un método que permita de forma objetiva, cuantitativa y sencilla, la valoración ecológica y productiva de los pastos de puerto, en particular de los pastos del Pirineo. Como ejemplo de su utilización aplicaremos este índice a la valoración de los pastos del puerto de Góriz para los cuales se posee la información necesaria obtenida en estudios previos (Aldezabal *et al.*, 1992; García-González *et al.*, 1998; Aldezabal, 2001).

Material y métodos

El índice ha sido elaborado por el Departamento de Ecología del Pasto del Instituto Pirenaico de Ecología como fruto de los proyectos de investigación AMB97-0990 y REN2002-03827 (Gómez-García *et al.*, 2001; Gómez-García *et al.*, 2002). El índice eco-pastoral se define como un binomio formado a su vez por dos subíndices:

$$VEP = VE, VP$$

Donde **VEP** es el Valor Eco-Pastoral, **VE** es el Valor Ecológico y **VP** es el Valor Productivo. El rango de variación de VE y VP, para el tipo de pasto estudiado, suele situarse entre 0 y 10, aunque excepcionalmente pueden superar este valor. Hemos preferido mantener el índice en su forma binomial para poder apreciar mejor la variación y aportación de cada componente. Sin embargo, cuando los fines lo requieran podría buscarse una expresión sumativa o de otro tipo. Por el momento, el ámbito de aplicación del índice son los pastos de los Pirineos, los cuales se han definido a partir de las unidades fitosociológicas considerando como unidad la "alianza". Sólo cuando las comunidades presentan una gran variabilidad estructural, se ha considerado el nivel de "asociación".

El Valor Ecológico (VE) se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$VE = VF + VC$$

Donde **VF** es el Valor Florístico de la comunidad (función de la composición florística de la misma) y **VC** es el Valor de Comunidad (valor de la propia comunidad). Se han tenido en consideración, por tanto, parámetros relacionados con la composición florística (número de especies, área de distribución, abundancia y estatus de conservación) y otros relacionados con la propia comunidad vegetal (área de distribución, abundancia, diversidad, presencia en la Directiva Hábitats 92/43/CEE). Para mayor detalle en el desarrollo y procedimiento del cálculo de VE ver Gómez *et al.*, (2001).

El Valor Pastoral (VP) pretende ser una estima del valor productivo y nutritivo de las comunidades pascícolas, incorporando además una estimación de su preferencia o selección por parte de los herbívoros. Se calcula del siguiente modo

$$VP = \frac{Pr * (N + P) * (DMS) * (1 + IJ)}{10000}$$

Donde Pr es la producción de la comunidad expresada en $g.m^{-2}.año^{-1}$; N, P y DMS son el contenido en nitrógeno, fósforo y la digestibilidad de la comunidad expresados en porcentaje de la materia seca, e IJ es el Índice de Selección de Jacobs de la comunidad. El índice de Jacobs (IJ), modificación del de Ivlev (Krebs, 1989), se define como: $IJ = (U_i - A_i) / [(U_i + A_i) - 2A_iU_i/100]$ en donde A_i es la proporción de abundancia de la comunidad i, y U_i es la proporción de uso de la misma comunidad. Este índice varía entre -1 y +1, que indican rechazo o preferencia total, respectivamente. El valor 0 indica indiferencia, o que la comunidad se utiliza en igual proporción a su disponibilidad.

De este modo valoramos, no sólo la producción, que indiscutiblemente es un factor fundamental para determinar la importancia desde el punto de vista de su interés pastoral, sino también, la calidad nutricional del pasto y el grado en que éste es seleccionado por los herbívoros en el momento de alimentarse.

Para la estima de este valor hemos utilizado datos propios de la zona de estudio (Aldezabal *et al.* 1996; Aldezabal, 2001; Marinas *et al.*, 2002) y, por otra parte, se ha realizado una revisión bibliográfica referente a producción y calidad de las principales comunidades de pastos de puerto pirenaicos (Marinas, 2002; García-González *et al.*, 2002). Los valores del Índice de Selección de

Jacobs correspondientes a las comunidades pascícolas se han tomado de Ganan (2002) y los relativos a las Áreas de Pastoreo de Aldezábal (2001).

En el presente trabajo realizamos dos aproximaciones al cálculo de los valores ecológico y pastoral descritos. En primer lugar se hará una estima de estos referida a las principales comunidades pascícolas presentes en los pastos supraforestales de los Puertos de Góriz. En segundo lugar, el cálculo de VE y VP estará referido a las zonas más frecuentemente utilizadas por las diferentes especies de ganado, a las que hemos denominado Áreas de Pastoreo (AP) de Góriz. Para la primera estimación, no poseemos datos del índice de selectividad (IJ) para todas las comunidades presentes en los puertos de Góriz, por lo que hemos convenido que este sea igual a 0, es decir que no existe preferencia ó rechazo por las mismas. De esta forma obtenemos una estima de la potencialidad productiva y nutritiva de las comunidades presentes, con independencia del grado de selectividad que puedan mostrar por ellas los distintos tipos de ganado.

Dado el carácter sintético y bibliográfico de algunos de los parámetros utilizados en el cálculo de VE y VP los valores resultantes deberán interpretarse, más que por los valores absolutos obtenidos, como una aproximación que permitirá la comparación de diferentes pastos y unidades pastorales.

Resultados y discusión

Observando los resultados expuestos en la Tabla 1 y teniendo en cuenta el rango de variación descrito para VE y VP, puede decirse que los pastos de la zona de estudio presentan, en general, un interés elevado tanto desde el punto de vista ecológico como del pastoral. Sin embargo, parece existir una correlación inversa entre VE y VP, es decir, que aquellas comunidades con valor ecológico más alto presentan menor interés desde el punto de vista productivo y nutritivo, y viceversa. Cuando estos valores se encuentran próximos al punto medio de su rango de variación, lógicamente, ambos valores son muy similares, es decir, comunidades con un VE intermedio presentan también un interés pastoral medio y viceversa.

Tabla 1: Valor ecológico y pastoral de las principales comunidades pascícolas presentes en los puertos de Góriz.

Comunidad	VE	VP
Saponario caespitosae-Festucetum scopariae	9,9	1,3
Trifolio thalii-Nardetum strictae	8,6	6,5
Trifolio thalii-Festucetum nigrescentis	8,2	5,8
Festucenion scopariae	7,5	1,7
Trifolio alpini-Alopecuretum gerardii	7,5	6,5
Ranunculo-Festucetum eskiae	7,4	8,3
Carici graniticae-Festucetum eskiae	7,0	8,3
Hieracio-Festucetum paniculatae	6,9	6,5
Selino-Nardetum	6,4	6,5
Alchemillo flabellatae-Nardetum strictae	5,4	6,5
Arrhenatherion elatioris	5,4	12,3
Nardion strictae / Bromion erecti	5,1	5,4
Campanulo-Festucetum eskiae	4,8	8,3
Caricetum nigrae	4,4	6,7
Bromion erecti	3,6	8,6

Para obtener los resultados de la segunda aproximación ha sido necesario estudiar qué comunidades vegetales aparecen representadas en las áreas de pastoreo (AP) de cada especie animal y estimar la superficie relativa de las comunidades vegetales en cada una de ellas, superponiendo un mapa de vegetación del área de estudio previamente elaborado (Aldezabal, 2001). Una vez cal-

culada la superficie de cada comunidad, se ha multiplicado por el valor pastoral correspondiente y la suma de esos productos ha proporcionado el valor pastoral de cada área de pastoreo (Tabla 2). En este caso el valor pastoral incluye el índice de selectividad, el cual fue estimado mediante observación directa de la distribución de los rebaños (Aldezabal, 2001).

Tabla 2: Valor pastoral (VP) de las unidades de pastos representadas en las Áreas de Pastoreo (AP) de los puertos de Góriz y VP promedio para cada AP.

	VP	Superf (%)	(VP * Superf (%))/100
OVEJAS			
Arabidion caeruleae	2,3	4,7	0,1
Bromion erecti	7,2	10,8	0,8
Festucion paniculatae	0,0	0,2	0,0
Bromion/Arrhenatherion	8,4	3,6	0,3
Bromion/Nardion	5,1	3,6	0,2
Echinospartion horridi	0,0	0,1	0,0
Festucion eskaie	0,0	0,5	0,0
Festucion gautieri	1,0	49,0	0,5
Iberidion spathulatae	0,4	4,6	0,0
Primulion intricatae	6,0	15,7	0,9
Saxifragion mediae	0,2	7,3	0,0
Media			2,8
VACAS			
Bromion erecti	7,4	28,5	2,1
Bromion/Arrhenatherion	9,4	17,7	1,7
Bromion/Nardion	5,7	17,7	1,0
Festucion gautieri	0,6	34,4	0,2
Nardion strictae	5,3	1,6	0,1
Media			5,1
SARRIOS			
Arabidion caeruleae (con Salix retusa)	2,4	36,2	0,9
Elynion myosuroidis	3,1	24,5	0,8
Festucion. gautieri	0,3	20,3	0,1
Iberidion spathulatae(Androsacion)	0,1	10,5	0,0
Primulion intricatae	3,2	5,1	0,2
Saxifragion mediae	0,1	2,6	0,0
Saxifragion praetermisae	0,0	0,0	0,0
Media			1,9

La ponderación con la superficie queda justificada porque, como resulta evidente, la calidad forrajera de una zona pastoral depende tanto de la calidad bromatológica de los distintos tipos de pasto como de la superficie que ocupa cada uno de ellos. Sin embargo, el cálculo del Valor Ecológico de cada área pastoral se ha calculado mediante la media simple de los valores correspondientes a los distintos tipos de pasto sin considerar la superficie que ocupan. Consideramos que el valor ecológico de una zona queda justificado por la presencia de una comunidad muy valiosa desde este punto de vista, aunque esta sea escasa. Los resultados finales obtenidos se resumen en la tabla 3.

Tabla 3: Valor Ecológico y Pastoral de las Areas de pastoreo de los puertos de Góriz

Área de Pastoreo	Valor Ecológico (VE)	Valor Pastoral (VP)
OVEJAS	7,1	2,8
VACAS	6,4	5,1
SARRIOS	8,3	1,9

Tal como se mencionó, con respecto a las comunidades presentes en el Puerto de Góriz, parece existir también en las Áreas de Pastoreo cierta relación inversa entre VE y VP, es decir, que aquellas zonas con VE más alto presentan menor interés desde el punto de vista productivo y nutritivo, y viceversa. En consecuencia, cuando VE se encuentra próximo al punto medio de su rango de variación (5), ambos valores son muy similares, es decir, zonas con un VE intermedio presentan también un relativo interés pastoral y viceversa.

Conclusión

Aunque el método propuesto requiere de un laborioso proceso de recopilación y tratamiento de datos, para el cálculo de los distintos parámetros que se implican en el cálculo de VE y VP, el resultado puede constituir una herramienta sumamente útil para valorar pastos naturales u otro tipo de zonas desde ambos puntos de vista conjuntamente. Además puede resultar de gran interés para la delimitación y gestión de Áreas Protegidas. Por el momento los resultados preliminares parecen indicar que el valor ecológico se corresponde inversamente con el valor pastoral, lo cual puede representar una ventaja a la hora de conciliar ambos intereses.

Referencias bibliográficas

ALDEZABAL, A. 2001. *El sistema de pastoreo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Pirineo Central, Aragón). Interacción entre la vegetación supraforestal y los grandes herbívoros.* Publ. Consejo Protección Naturaleza de Aragón. Zaragoza.

ALDEZABAL, A.; BAS, J.; FILLAT, F.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GARIN, I.; GÓMEZ, D.; SANZ, J.L. 1992. *Utilización ganadera de los pastos supraforestales en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.* Informe inédito. CSIC-ICONA.

ALDEZABAL, A., GARÍN, I., & GARCÍA, R. 1996. Comparación de varios métodos para la estima de la producción primaria aérea en Comunidades Herbáceas Subalpinas del Pirineo Central. *XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, pp. 167-172. Gobierno de La Rioja. Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. La Rioja.

ALVAREZ, B. 1999. *El análisis de la demanda recreativa de espacios naturales. Aplicación al Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.* Publ. Consejo Protección Naturaleza de Aragón. Zaragoza.

GAÑAN, N. 2002. *Valoración Ecológica y Productiva de los pastos supraforestales del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.* Instituto de Estudios Altoaragoneses. Informe inédito. Huesca.

GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ GARCÍA, D.;ALDEZABAL, A. 1998. Resultados de 6 años de exclusión del pastoreo sobre la estructura de comunidades de *Bromion erecti* y *Nardion strictae* en el P.N. de Ordesa y Monte Perdido. *XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*, pp. 55-60. Universidad de Valladolid. Soria.

GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARINAS, A.; GÓMEZ-GARCÍA, D.; ALDEZABAL, A.; REMÓN, J.L. 2002. Revisión bibliográfica de la producción primaria neta aérea de las principales comunidades pascícolas pirenaicas. *XLII Reunión Científica de la SEEP*, pp. 245-250. Lleida.

GOMEZ-GARCIA, D.; GARCIA-GONZALEZ, R.; MARINAS, A.; ALDEZABAL, A. 2002. An eco-pastoral index for evaluating Pyrenean mountain grasslands. *Proceedings of the 19th General Meeting EGF*, Vol. I, pp. 922-923. European Grassland Federation. La Rochelle (Francia).

GÓMEZ-GARCÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; REMÓN, J.L. 2001. Una valoración ecológica de los pastos de montaña de los Pirineos. *XLI Reunión Científica de la SEEP*, pp. 201-208. Alicante.

KREBS, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. HarperCollins. New York.

MARINAS, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ-GARCÍA, D. 2002. Valoración forrajera de los pastos de *Festuca gautieri* (Hackel) K. Richt en el Pirineo aragonés. *XLII Reunión Científica de la SEEP*, pp. 251-256 Lleida.

MARINAS, A. 2002. *Valoración nutritiva de especies de pastos pirenaicos*. Instituto de Estudios Altoaragonés. Informe inédito. Huesca.

PIENKOWSKI, M.W.; BIGNAL, E.M.: GALBRAITH, C.A.; MCCRACKEN, D.I.; STILLMAN, R.A.; BOOBYER, M.G.; CURTIS, D.J. 1996. A simplified classification of land-type zones to assist the integration of biodiversity objectives in land-use policies. *Biological Conservation*, **75**, 11-25.

RIERA, P.; BOLTA, J.; GOLOBARDES, G. 1998. Valor econòmic del P.N. d'Aigüestortes i estany de Sant Maurici i de la seva ampliació. In: *La investigació al P.N. d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici. IV Jornades sobre recerca*, pp. 293-303. Gen. Catal. Espot (Lleida).

ROSSI, E.; KUITUNEN, M. 1996. Ranking of habitats for the assessment of ecological impact in land use planning. *Biological Conservation*, **77**, 227-234.

SMITH, P.G.; THEBERGE, J.B. 1986. A Review of Criteria for Evaluating Natural Areas. *Environmental Management*, **10**, 715-734.

ECOPASTORAL VALUATION OF GÓRIZ SUMMER PASTURES (ORDESA AND MONTE PERDIDO NATIONAL PARK)

SUMMARY

A method for calculating the eco-pastoral value of grasslands in the Spanish Pyrenees is explained. The index takes into account different attributes which refer to both ecological and pastoral value. This eco-pastoral index is intended to serve as a tool for the management of grassland resources. As an example, the index has been calculated for the main pasture communities of de Ordesa National Park (Spain) and for some particular pastoral areas. As a general rule, extensive pastures which are widely used by livestock show a lower ecological index. On the contrary, those of high ecological value do not generate much pastoral interest.

Key words: Conservation, grassland management, biodiversity, plant production, nutritive quality.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE VALORACIÓN PASTORAL EN ESPECIES PASCÍCOLAS PIRENAICAS

R. García González, A. Marinas y D. Gómez García

Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Apdo. Correos 64, 22700 Jaca (España).

Resumen

Dado el uso frecuente del método del valor pastoral de Daget et Poissonet (1972) en la valoración de pastos herbáceos en sistemas extensivos, hemos querido comprobar si los índices de calidad específicos (Is) utilizados en dichas valoraciones se corresponden con valores de calidad y preferencia determinados experimentalmente. Para ello hemos correlacionado los valores de Is con datos propios de calidad y preferencia obtenidos para 41 especies abundantes en los pastos de puerto pirenaicos. Los valores de Is se mostraron correlacionados con el contenido en N y con un índice de calidad propuesto por los autores. Sin embargo, las relaciones con los índices de preferencia, o su combinación con el de calidad, resultaron muy escasa o nulas. Los autores señalan la conveniencia de que los índices utilizados para la valoración pastoral de comunidades pascícolas, estén basados en datos obtenidos experimentalmente.

Palabras clave: valor pastoral, índice calidad, índice selección, pastos puerto, Pirineos.

Introducción

La información sobre el valor nutritivo de las especies pratenses cultivadas es muy extensa. Sin embargo no sucede lo mismo con las especies silvestres, a pesar de que constituyen una importante fuente de recursos alimentarios para la ganadería en régimen extensivo. La gran cantidad y variedad de estas especies, unido probablemente a la falta de interés de los investigadores, ha provocado una carencia de conocimientos generalizada sobre la calidad de la mayoría de ellas. Esta deficiencia ha sido compensada frecuentemente con el desarrollo de índices cualitativos que valoran la calidad de las especies pascícolas a partir de una escala convencional. Uno de los índices más extendidos en el Sur de Europa es el Índice de Calidad Específico (Is) que Daget y Poissonet (1972) propusieron para la determinación del Valor Pastoral de los pastos herbáceos no cultivados. Este índice tiene un carácter empírico y reúne las características de velocidad de crecimiento, asimilabilidad y apetecibilidad, que los investigadores asignan a especies determinadas, basándose en su experiencia personal (Daget et Poissonet, 1972). Sin embargo, la generalización de este índice no ha ido acompañada de su correspondiente comprobación con métodos de valoración más precisos, tales como análisis bromatológicos o valores de selectividad y producción determinados experimentalmente.

En trabajos previos (Gañán *et al.*, 2000; Aldezabal, 2001; Marinas *et al.*, 2001) hemos realizado análisis de especies pascícolas de puertos pirenaicos, con el fin de determinar su valor nutritivo y su preferencia por parte de los herbívoros. Aprovechando esta información, en el presente trabajo realizamos una comparación de los datos de calidad y preferencia obtenidos por nosotros, con los índices de calidad empíricos utilizados por otros autores, con el objetivo de contrastar su grado de coincidencia.

Material y métodos

Datos propios

Durante el año 2000 se recolectaron individualmente unas 40 especies pratenses en varias parcelas de los puertos estivales de Aisa-Borau y de Góriz (Pirineo Occidental), que fueron analizadas para determinar sus componentes nutritivos. Las especies fueron recolectadas mensualmente de Junio a Septiembre. Algunas de ellas fueron muestreadas menos meses debido a la corta duración de su periodo vegetativo. La elección de las especies se realizó considerando su abundancia o/y utilización por parte de los herbívoros determinada en estudios previos. Los detalles de su recolección y posterior análisis se exponen en Marinas *et al.* (2001) y Marinas (2002). Resumidamente se puede decir que el muestreo se realizó en parcelas situadas entre 1800 y 2300 m, cortando a mano gran número de pies vegetativos sin pastorear, hasta totalizar un mínimo de 50 g de peso fresco. En el laboratorio se determinó el contenido en nitrógeno, macrominerales, fibra neutro y ácido detergente, lignina y digestibilidad *in vitro* por el método enzimático. Los valores obtenidos no difirieron para la mayoría de los componentes y meses entre las dos áreas de estudio (Marinas, 2002), lo cual se interpreta como la existencia de una cierta constancia en el valor bromatológico de las especies muestreadas. Para las comparaciones realizadas en el presente trabajo se han promediado los valores mensuales de los distintos componentes obtenidos para cada especie.

Para obtener una medida cuantificada de la preferencia de los herbívoros por las especies seleccionadas, hemos obtenido un índice de selección a partir de muestreos realizados en las mismas zonas de estudio anteriores entre 1989 y 1993 (García-González *et al.*1991; Aldezabal, 2001). Los muestreos se encaminaron a determinar la abundancia y utilización de las especies pratenses mediante contactos con agujas en transectos lineales (Grant *et al.*, 1985) en las principales comunidades y áreas de pastoreo. La utilización se estimó a partir de la proporción de contactos de cada especie que mostraba señales de haber sido mordida por los herbívoros. Cerca de 200 000 contactos fueron registrados en el conjunto de todos los muestreos. El índice de selección utilizado fue el índice de Jacobs (IJ), modificación del de Ivlev (Krebs, 1989), que se define como: $IJ = (U_i - A_i) / [(U_i + A_i) - 2A_iU_i/100]$ en donde A_i es la proporción de abundancia de la especie i, y U_i es la proporción utilizada de la misma especie. Este índice varía entre -1 y +1, rechazo o preferencia total respectivamente. El valor 0 indica indiferencia, o que la especie se consume en igual proporción a su disponibilidad.

Para determinar un único valor que reuniese los parámetros de calidad y preferencia obtenidos en nuestros análisis y que pudiese ser comparado con el índice de calidad específico de Daget et Poissonet (1972), hemos elaborado dos índices inspirados en el valor eco-pastoral que hemos propuesto recientemente para valorar comunidades pascícolas (Gómez *et al.* 2002). Por un lado, un índice de calidad (IC), que combina en un algoritmo varios parámetros considerados de los más importantes para valorar la calidad de un forraje: IC = 0,02 (N + P) DMS, siendo N y P el contenido en nitrógeno y fósforo expresado en % de la materia seca (MS) y DMS la digestibilidad *in vitro* también en porcentaje de la MS. El factor 0,02 sitúa el resultado dentro de un rango de variación de 0 a 5 (semejante al de Is). Para combinar las estimaciones de calidad y selectividad, hemos multiplicado este índice de calidad por la expresión 1 + IJ, para aquellas especies que se podía calcular el IJ, resultando finalmente un índice de calidad-preferencia: ICP = IC (1+IJ). El sumando 1 se introduce para evitar resultados negativos y tiene la propiedad de anular toda la expresión cuando la especie en cuestión es rechazada completamente (IJ = -1), de no modificarla si hay indiferencia, o de duplicar el valor de la calidad si hay selección total (IJ = +1).

Valores del índice de calidad específico (Is)

Como valores de referencia de Is hemos tomado los que hemos localizado en la literatura consultada. Muchos de ellos proceden de manuscritos y documentos no publicados, por lo cual agradecemos a los autores la facilitación de los mismos. Hemos realizado las comparaciones con cuatro tipos de listados: dos de ellos corresponden a especies de los pastos de puerto pirenaicos y las otras dos proceden de autores franceses e italianos, y que presumiblemente corresponden a

regiones montanas y alpinas de esos países. Para el primer grupo hemos tomado el listado de Ascaso y Sanchez (1999) y una media de los valores expresados en los siguientes trabajos (incluyendo el citado), que hemos denominado **media Pirineos**: C. Ferrer (datos inéditos), Canals, (1992), Bas (1993), Ferrer (1997), Cozic et Bernard-Brunet (1998). En el segundo grupo hemos comparado con el listado de Daget et Poissonet (1991) y una media de 17 trabajos (incluyendo el anterior) que hemos llamado **media Francia**: varios documentos del CEMAGREF de Grenoble, varios documentos del INRA de Clermont-Ferrand, documentos del Dptos. de Agronomia de las Universidades de Firenze, Torino, Padova y Sassari, Costa *et al.* (1990). Dichos datos fueron recopilados en su mayoría por Vicente Ferrer a quién agradecemos la facilitación de los mismos.

Hemos comparado los valores de Is de los cuatro listados con nuestros propios valores de N, P, DMS, IC, IJ e ICP, para aquellas especies comunes, mediante correlaciones lineales y correlaciones ordenadas no-paramétricas (test de Spearman).

Resultados y discusión

En la tabla 1 se exponen los valores de los componentes químicos e índices de calidad y calidad-preferencia obtenidos a partir de datos propios, para las especies analizadas de los pastos de puerto pirenaicos, así como los índices de calidad específicos (Is) utilizados por diferentes autores. En la tabla 2 se exponen los resultados de las comparaciones estadísticas entre ambos grupos de datos. Aunque no se exponen en las tablas, los cuatro listados del Is están altamente correlacionados entre sí, con valores de significación mayores del 0,001, lo cual se debe probablemente a que todos ellos están inspirados en las mismas fuentes.

Como se observa en la tabla 2, se han encontrado correlaciones significativas entre el contenido en nitrógeno y los Is bibliográficos, entre nuestro índice de calidad y los valores de Ascaso y Sancho (1999) y Daget et Poissonet (1991), y entre nuestro índice de calidad-preferencia y la media de los trabajos franceses e italianos, aunque la media de los trabajos pirenaicos también se encuentra próxima a la significación. De todas formas el porcentaje de varianza explicada no supera el 24% como puede verse por los valores de r^2. Otro hecho destacable es que los valores muy extremos tienen una fuerte influencia sobre la significación de las correlaciones. Así por ejemplo, si el valor de calidad de *Dactylis glomerata* desciende mucho (IC=1; ICP=1,65), –lo cual hemos observado que sucede en la práctica en determinados veranos secos–, ninguna de las correlaciones resulta significativa.

Así pues, mientras que los parámetros relacionados con la calidad parecen guardar una relación razonablemente buena con los valores usados en la literatura, dichos valores difícilmente integran el valor de selectividad que los herbívoros ejercen sobre las diferentes especies. De hecho nuestros valores de selectividad (IJ) tampoco guardan relación directa con los diversos parámetros de calidad obtenidos. Este hecho no debe sorprender, puesto que la selección de los herbívoros sobre las especies forrajeras, depende de un gran número de factores entre los que se encuentra la calidad de las mismas (Ellis *et al.*, 1976). Ejemplos de estos factores son la propia disponibilidad o abundancia de las especies (Gañan *et al.*, 2000), la presencia de compuestos antiherbívoro (Ramos *et al.*, 1998), la especie animal (Aldezabal, 2001), etc. Por esta razón es difícil establecer valores de preferencia absolutos para las diferentes especies dada su variabilidad en función de factores ecológicos. También sucede lo mismo, aunque en menor medida o son más predecibles, con las variables que definen la calidad de las especies.

Podemos concluir diciendo que, en el caso de tener que usar índices cualitativos para las especies pascícolas, parece más conveniente que estos estén basados y apoyados en datos experimentales, que puedan ser contrastados en estudios de campo realizados en diferentes condiciones ambientales.

Este trabajo se ha desarrollado en el marco de los proyectos de investigación AMB97-0990 y REN2002-03827 del Plan Nacional I+D+I.

Tabla 1: Valores de contenido en N, P y digestibilidad (en % de Materia Seca), índice de calidad e índice de calidad-preferencia (ver definiciones en Métodos) y valores de calidad específicos para especies de puerto pirenaicas según diferentes autores: A & S, Ascaso y Sancho (1999); Pirineos, media de trabajos en Pirineos; D & P, Daget et Poissonet (1991); Francia, media de trabajos franceses e italianos.

	Datos propios					Índice de calidad específico (Is)			
Especie	N	P	DMS	IC	IC (1+IJ)	A & S	Pirineos	D & P	Francia
Achillea millefolium	2,33	0,17	59,70	3,0		2	2,0	2	2,0
Agrostis capilaris	1,87	0,13	62,56	2,5	2,50	3	3,0	3	3,0
Agrostis rupestris	1,51	0,08	61,06	1,9	2,08	2	1,3		1,0
Alchemilla plicatula	2,23	0,16	52,16	2,5	0,15	0	0,0		0,0
Anthyllis vulneraria	2,18	0,11	74,42	3,4		3	2,8	2,5	2,8
Armeria pubinervis	1,95	0,17	40,40	1,7	1,24			1	1,0
Astragalus sempervirens	2,05	0,12	53,10	2,3		0	0,0		
Brachypodium pinnatum	1,59	0,07	45,63	1,5		1	1,0	1	1,0
Bromus erectus	0,94	0,08	45,94	0,9		2	2,0	2,5	1,7
Carex caryophyllea	1,73	0,09	67,14	2,5	2,10	0	0,0	0,5	0,8
Dactylis glomerata	2,33	0,16	57,83	2,9	4,59	5	4,6	5	4,9
Deschampsia flexuosa	1,08	0,05	50,31	1,1		1	1,0	1	1,0
Echinosparum horridum	1,63	0,09	41,34	1,4		0	0,0		
Festuca eskia	1,64	0,10	51,15	1,8	2,21	0	0,0		
Festuca gautieri	1,30	0,07	48,13	1,3	0,62	0	0,3		
Festuca indigesta	1,42	0,07	47,22	1,4	0,70	0	0,0	1	1,0
Festuca rubra	1,82	0,10	53,16	2,0	2,69	2	2,0	2	2,1
Galium verum	2,47	0,18	69,70	3,7	0,62	0	0,0	1	0,3
Helictotrichon sedenense	1,60	0,18	53,32	1,9	2,82	1	2,0	2	2,0
Hieracium pilosella	1,83	0,13	62,82	2,5	0,72		0,0	0	0,2
Koeleria vallesiana	1,80	0,08	56,02	2,1		1	1,0	1	1,0
Lotus alpinus	2,65	0,16	71,94	4,0	1,45	2	3,0	3,5	3,0
Luzula nutans	2,26	0,13	64,90	3,1	2,95	1	1,0		
Myosotis alpestris	2,40	0,19	68,83	3,6		0	0,0	1	1,0
Nardus stricta	1,75	0,11	44,82	1,7	1,14	0	0,0	0	0,0
Phleum alpinum	1,53	0,15	53,35	1,8	2,06	3	3,0	0,5	2,3
Plantago alpina	2,01	0,17	70,19	3,1	2,72	0	0,7	1	1,0
Poa alpina	1,78	0,11	69,59	2,6	3,34			1,5	1,5
Poa supina	1,37	0,09				2	2,0	3	1,6
Ranunculus carinthiacus	2,61	0,44	80,29	4,9			0,0		0,0
Sanguisorba minor	2,47	0,19	65,27	3,5	0,73	2	2,0	3	2,3
Sesleria albicans	1,17	0,05	57,01	1,4		1	1,0	1	1,0
Sideritis hyssopifolia	1,71	0,15	55,61	2,1		0	0,0		
Silene acaulis	1,97	0,21	65,53	2,9		0	0,0		
Thymus praecox	1,49	0,12	46,96	1,5	0,01	0	0,0		0,0
Trifolium alpinum	3,14	0,16	57,00	3,8	1,81	3	3,0	3	2,3
Trifolium montanum	2,16	0,13	51,66	2,4		3	3,0	3	3,0
Trifolium ochroleucum	1,88	0,11	48,63	1,9		3	2,5	3,5	2,8
Trifolium pratense	2,66	0,13	57,71	3,2	0,20	4	4,0	4	4,1
Trifolium repens	3,07	0,18	65,41	4,2		4	4,0	4	4,4
Trifolium thali	2,37	0,16	67,31	3,4	0,61	3	2,5	2	2,0

[illegible] de valores de calidad y preferencia entre datos propios e índices de calidad específicos extraídos de la bibliografía. En negrita relaciones significativas (P<0,005). Abreviaturas como en Tabla 1.

Comparaciones		N	Correlación Lineal		Correlación Ordenada	
Datos propios	Datos Biblio.		R^2	nivel signif.	Rho Spearman	nivel signif.
% N	A & S	37	0,168	0,012	0,339	0,040
	media Pirineos	39	0,146	0,016	0,288	0,076
	D & P	30	0,238	0,006	0,495	0,005
	media Francia	34	0,166	0,017	0,365	0,034
% P	A & S	37	0,022	0,385	0,108	0,525
	media Pirineos	39	0,000	0,994	0,092	0,577
	D & P	30	0,084	0,157	0,244	0,194
	media Francia	34	0,001	0,855	0,138	0,436
DMS (%)	A & S	36	0,039	0,247	0,228	0,182
	media Pirineos	38	0,014	0,474	0,154	0,356
	D & P	29	0,020	0,462	0,155	0,423
	media Francia	33	0,009	0,598	0,133	0,461
Ind. Calidad	A & S	36	0,137	0,026	0,342	0,041
	media Pirineos	38	0,084	0,078	0,267	0,105
	D & P	29	0,199	0,015	0,450	0,014
	media Francia	33	0,080	0,110	0,306	0,084
IJ	A & S	21	0,043	0,365	0,225	0,327
	media Pirineos	22	0,067	0,246	0,277	0,213
	D & P	18	0,004	0,801	-0,008	0,974
	media Francia	21	0,113	0,137	0,345	0,126
IC (1 + IJ)	A & S	21	0,124	0,117	0,211	0,358
	media Pirineos	22	0,163	0,062	0,310	0,161
	D & P	18	0,080	0,256	0,136	0,592
	media Francia	21	0,223	0,031	0,401	0,072

Referencias bibliográficas

ALDEZABAL, A. 2001. *El sistema de pastoreo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Pirineo Central, Aragón).* Publ. Cons. Prot. Naturaleza Aragón. Zaragoza.

ASCASO, J.; SANCHO, J.V. 1999. *Valoración forrajera y explotación ganadera de los pastos de puerto del Alto Ésera.* Institución Fernando El Católico. Zaragoza.

BAS, J. 1993. *Les pastures supraforestals a la Vall Ferrera i la Vall de Cardós (Pallars Sobirà).* E. T. S. d'Enginyeria Agrària de Lleida. Universitat de Lleida.

CANALS, R. 1992. *Dinàmica de l'herba y qualitat de les pastures subalpines del Plà de Rus (Pirineu Oriental).* E. T. S. d'Enginyeria Agrària de Lleida. Universitat de Lleida.

COSTA, G.; PASCAL, G.; ACUTIS, M.; ZAGNI, C. 1990. Typologie de la végétation et utilisation d'un pâturage de montagne. *Fourrages*, **124**, 399-406.

COZIC, P.; BERNARD-BRUNET, C. 1998. *Végétation et potentialités pastorales des estives du versant Est du Pic du Midi d'Ossau.* Informe inédito. CEMAGREF. Grenoble.

DAGET, P.; POISSONET, J. 1972. Un procede d'estimation de la valeur pastorale des paturages. *Fourrages*, **49**, 31-39.

DAGET, P.; POISSONET, J. 1991. *Prairies et Pâturages. Méthodes d'études*. Institut de Botanique. Montpellier.

ELLIS, J.E.; WIENS, J.A.; RODELL, C.F.; ANWAY, J.C. 1976. A conceptual model of diet selection as an ecosystem process. *J. Theor. Biol.*, **60**, 93-108.

FERRER, V. 1997. *Efectos del pastoreo en ecosistemas arbolados y arbustivos de la Navarra media sobre la vegetación, la flora y el suelo*. Tesis doctoral. Universidad de Navarra.

GAÑÁN, N.; HERNÁNDEZ, Y.; ALDEZABAL, A.; GÓMEZ, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R. 2000. Plant selection by large herbivores in supraforestal Pyrenean pastures: *Xième Reunion du Sous-Resau Paturages de Montagne. FAO/CIHEAM*. Luz-St.-Sauver (France), 13-17 Sept 2000. *REUR Technical Series*. (en prensa).

GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, D.; REMÓN, J.L. 1991. Structural changes in supraforestal pastures due to current annual growth and grazing in the Western Pyrenees (Spain). *Proc. of the IV th Int Rang. Cong*. pp. 122-126. Ass. Fran. de Pastoralis. Montpellier.

GRANT, S.A. ; SUCKLING, D.E. ; SMITH, H.K. ; TORVELL, L. ; FORBES, T.D.A.; HODGSON, J. 1985. Comparative studies of diet selection by sheep and cattle: the hill grasslands. *Journal of Ecology.*, **73**, 987-1004.

GÓMEZ-GARCÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARINAS, A.; ALDEZABAL, A. 2002. An eco-pastoral index for evaluating Pyrenean mountain grasslands. *19th General Meeting EGF*, pp. 922-923. European Grassland Federation. La Rochelle (Francia).

KREBS, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins. New York.

MARINAS, A. 2002. *Valoración nutritiva de especies de pastos pirenaicos*. Instituto de Estudios Altoaragonés. Informe inédito. Huesca.

MARINAS, A.; GAÑÁN, N.; HERNÁNDEZ, Y.; GÓMEZ, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R. 2001. Composición química primaveral de las especies frecuentemente utilizadas en pastos supraforestales del Pirineo Occidental. *XLI Reun. Cient. de la SEEP*, pp. 316-322. Alicante.

RAMOS, G.; FRUTOS, P.; GIRÁLDEZ, A.F.J.; MANTECÓN, A.R. 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. *Arch. de Zootecnia*, **47**, 597-620.

COMPARISON OF METHODS FOR PASTORAL VALUATION OF PYRENEAN PASTURES SPECIES

SUMMARY

Quality and selectivity index obtained from literature and, on the other hand, from own experimental data are compared. These index correspond to 41 plant species which are abundant or show high forage value in Pyrenean mountain rangelands. Bibliographic data correlate significantly with quality experimental data, but does not correlate, or scarcely, with selectivity experimental index. Authors point out the suitability of using experimentally obtained data for assessing pastoral value of extensive grasslands.

Key words: pastoral value, quality index, selectivity index, summer pastures, Pyrenees.

EVALUACIÓN PASTORAL DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PASTOS DEL PARQUE NATURAL DE LA SIERRA DE CASTRIL (GRANADA, ESPAÑA)

C.B. Passera[1-2], L.I. Allegretti[2], A.B. Robles[3] y J.L. González Rebollar[3]

[1] Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, C.C. 7, 5505, Luján, Mendoza, Argentina. [2] Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, C.C. 507, 5500, Mendoza, Argentina. [3] Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008, Granada, España.

Resumen

El estudio caracteriza la situación ganadera y los pastos del Parque Natural de la Sierra de Castril. Debido a las particularidades en el uso y tenencia de la tierra del mismo, se plantea un tratamiento especial a la hora de establecer normas de manejo y recomendaciones para su recuperación.

A partir del análisis de fotos aéreas se diferenciaron los distintos tipos de pastos. Se presentan datos de superficie, ubicación, cobertura, fitomasa, productividad, energía metabolizable y capacidad sustentandora de cada uno de ellos. Además, se identificaron las ganaderías presentes en el parque, su composición, ubicación y carga ganadera actual, expresada en UGO (Unidades Ganaderas Ovinas).

Los resultados muestran que la carga ganadera (1,19 UGO) es superior a la capacidad sustentadora media (0,75 UGO) en el parque. Se concluye que existe un sobrepastoreo por exceso de carga ganadera, en un 35 %, y se presentan recomendaciones para revertir esta situación.

Palabras claves: Pastos, capacidad sustentadora, Parque Natural.

Introducción

El Parque Natural de la Sierra de Castril fue creado en 1989, siendo la ganadería extensiva (ovina y caprina) una de las principales actividades económicas (Passera y Allegretti, 1993). Según la escritura de transacción de 1893, entre el Señorío de Castril y los vecinos de dicha villa, consta que el usufructo de los pastos pertenece a la comunidad en su conjunto. Este hecho, sumado a la fragilidad del ambiente, hace difícil la gestión de los recursos pascícolas y puede propiciar el mal uso de los pastos, fundamentalmente por sobrepastoreo, llegando al desequilibrio entre la receptividad y la carga ganadera. Pero, ninguna planificación puede olvidar que, como subrayan no pocas disposiciones agrarias de la UE: "*no es posible conservar la cubierta vegetal y la naturaleza en su conjunto sin la presencia de una población humana suficiente en el medio rural, con un nivel adecuado de servicios e ingresos*".

La correcta planificación y ordenación de las áreas ganaderas requiere conocer sus pastos: tipos presentes, superficie que ocupan, composición florística, producción forrajera, receptividad ganadera y capacidad de recuperación. Así como, los sistemas ganaderos: tipología de las ganaderías, carga ganadera y necesidades nutricionales de los animales de la zona.

El objetivo del trabajo fue la evaluación pastoral a través de la determinación de la oferta forrajera, la calidad nutritiva y capacidad sustentadora, de los diferentes tipos de pastos presentes en el parque natural de la Sierra de Castril, y caracterizar el uso ganadero actual.

Material y métodos

Área de estudio

El Parque se ubica en el sector norte de la provincia de Granada y pertenece al macizo de Cazorla-Segura, tiene una superficie de 12.268 ha y se encuentra a 2º 46,4'LW y 37º 46,4 LN. Los valores de precipitación anual oscilan entre 357, 6 mm (Castril de la Peña, a 959 m) y 786,5 mm (Nacimiento, a 1165 m). Ambas estaciones carecen de datos termométricos, tomando los datos de la estación de Fátima (1105 m de altitud) con temperatura media anual de 14 ºC (Passera, 1999). Los suelos, en general, son litosoles, de muy poca profundidad, pobres y de baja fertilidad (Pérez Pujalte y Prieto Fernández, 1980). Biogeográficamente, se ubica en el sector Subbético, aunque incorpora, al sur, pequeñas áreas del sector Guadiciano-Bacense.

Dentro del Parque encontramos representados tres pisos bioclimáticos: oromediterráneo, supramediterráneo y mesomediterráneo, cuya vegetación potencial sería: i) oromediterráneo, corresponde a un pinar de *Pinus nigra* ssp. *clusiana* acompañado de enebrales y sabinares rastreros, ii) supramediterráneo, la comunidad climax de *Quercus rotundifolia* generalmente ha sido reemplazada por repoblaciones de *Pinus halepensis*, iii) mesomediterráneo, la comunidad climácica correspondería a un encinar dominado por *Quercus rotundifolia* acompañado en sectores más húmedos por *Quercus faginea*, en este piso se localizan algunas repoblaciones con pino carrasco y, junto al río se localizan las zonas de cultivos (Passera y Allegretti, 1993).

La tipificación territorial se realizó empleando fotografías aéreas en blanco y negro (1:25.000, año 1990) e infrarrojo (1:12.000 y 1:20.000, 1992). La tipificación de los pastos se hizo de forma paralela al análisis territorial siguiendo criterios de estratificación: situación fisiográfica, exposición, pendiente, pedregosidad, rocosidad, usos y vegetación, se primó este último carácter sobre los demás. La descripción de los distintos tipos de pastos se basó en criterios fisonómicos (Long, 1974) y se denominaron según el nombre común de la formación vegetal y/o especie dominante (Etienne y Prado, 1982).

Se evaluó en campo: cobertura vegetal total, fitomasa, producción de forraje y capacidad sustentadora. La cobertura vegetal se determinó para herbáceas a través del método de point quadrat (Passera *et al.*, 1983) y para arbustos por el método del individuo más próximo (Cottan y Curtis, 1956). Para el cálculo del fitovolumen, producción de forraje y la capacidad sustentadora se siguió la metodología propuesta por Robles (1991), y Passera *et al.* (1993).

La caracterización de los sistemas ganaderos se realizó mediante encuestas realizadas a los ganaderos e información proveniente de los censos oficiales (Junta de Andalucía). La carga animal se expresó, según Martín *et al.* (1986), en Unidades Ganaderas Ovinas (UGO), se consideran las necesidades energéticas anuales de los animales y sus diferentes estadios productivos.

Resultados y discusión

La superficie total del Parque es de 12.268 ha, corregida por las correspondientes pendientes llega a 13.408 ha.

En el término municipal de Castril existen 165 ganaderos; de ellos 120 (73 %), llevan sus ganaderías a pastar al Parque en alguna época del año, que supone en número de cabezas, 16.049 ovinos y 4.673 caprinos. Estos valores corresponden a una carga animal anual de 12.908 UGO (1,07 UGO ha^{-1}), que se eleva en primavera-verano a 14.282 UGO (1,19 UGO ha^{-1}).

Se diferenciaron 18 tipos de pastos (Tabla 1), y existe un 21,8 % (2.939 ha) de áreas no pastoreables: cultivos; roquedos; usos mineros; pinares densos y pastos ubicados en zonas con alta pendiente.

Tabla 1: Tipos de pastos, superficie y proporción respecto del total encontrados en el Parque Natural de la Sierra de Castril.

Pastos	Superficie (ha)	Superficie (%)
Pinar de *Pinus nigra*	4.300,85	32,04
Sabinar rastrero	708,78	5,28
Piornal	781,36	5,82
Pastizal de gramíneas vivaces	148,19	1,10
Pasto orófilo edafo-higrófilo	182,14	1,36
Pasto orófilo edafo-hidrófilo nitrófilo	6,33	0,05
Pastizal-Lastonar	1.074,45	8,00
Espinar en pasto orófilo	210,33	1,57
Espinar	200,19	1,49
Escobonal de *Cytisus reverchonii*	82,85	0,62
Escobonal de *Genista cinerea*	272,37	2,03
Tomillar	15,57	0,12
Tomillar nitrófilo	16,66	0,12
Esplegar	25,17	0,19
Romeral	886,87	6,61
Pinar de *Pinus halepensis*	895,49	6,77
Encinar de *Quercus rotundifolia*	579,14	4,31
Matorral de *Ononis fruticosa*	82,68	0,62
Total áreas pastoreables	10.469,42	78,10

El pasto de mayor extensión es el pinar de *Pinus nigra*, representando un 32 % de la superficie total (Tabla 1). El pasto que ocupa menor superficie es el pasto orófilo edafo-hidrófilo nitrófilo (0,05%), ubicado en el piso oromediterráneo, sin embargo, presenta los mayores valores de cobertura total, energía metabolizable, y capacidad sustentadora (87 %, 14.528 MJ EM ha^{-1} $año^{-1}$ y 2,87 UGO ha^{-1}, respectivamente) (Tabla 2). En el piso supramediterráneo, es el escobonal de *Genista cinerea* quien presenta estos mayores valores (68,1 %, 7.090 MJ EM ha^{-1} $año^{-1}$ y 1,41 UGO ha^{-1}, respectivamente) y, en el piso mesomediterráneo, el matorral de *Ononis fruticosa* (55,4 %, 4.645 MJ EM ha^{-1} $año^{-1}$ y 0,92 UGO ha^{-1}, respectivamente) (Tabla 2).

Considerando todos los tipos de pastos, los valores medios ponderados en el parque natural, son de: 52,21 % de cobertura total, 3.791 MJ EM ha^{-1} $año^{-1}$ y 0,75 UGO ha^{-1} (Tabla 2).

Analizando los valores globales del parque respecto a capacidad sustentadora (0,75 UGO ha^{-1}) y a carga ganadera (1,19 UGO ha^{-1}), se observa que existe mayor carga (demanda de forraje) que capacidad sustentadora (oferta), este desequilibrio indica un sobrepastoreo, que está alrededor del 35 %. Este hecho, coinciden con lo encontrado en el Parque Natural de la Sierra de Baza, por Perez Jiménez *et al.* (1993), donde la carga es superior a su capacidad sustentadora, con valores medios de carga ganadera de 0,90 UGO ha^{-1}.

Consideramos adecuadas como alternativas de uso para corregir el desequilibrio entre carga ganadera y capacidad sustentadora: i) disminuir el número de cabezas de ganado que pastorean en el Parque, ii) aumentar la receptividad ganadera de los pastos a través de una rotación zonificada, iii) crear nuevas zonas de pastoreo fuera del parque, centrando la atención en zonas agrícolas en abandono, con posibilidad de plantación de arbustos forrajeros.

Tabla 2: Valores medios de cobertura vegetal total, capacidad sustentadora, fitomasa total, producción forrajera y energía metabolizable por tipo de pasto y piso bioclimático (MJ EM: Mega julios de Energía Metabolizable - 1 Unidad Ganadera Ovina (UGO) = 5.033 MJ EM oveja^{-1} año^{-1}).

Pasto por Pisos Bioclimáticos	Cobertura vegetal total (%)	Capacidad sustentadora UGO ha^{-1}	Fitomasa total kg ha^{-1}	Producción forrajera kg ha^{-1} año^{-1}	Energía MJ EM ha^{-1} año^{-1}
Piso Oromediterráneo					
1 Pinar de *Pinus nigra*	55,4	0,74	8302	1104	3733,89
2 Sabinar rastrero	16,0	0,26	3010	425	1298,34
3 Piornal	61,9	0,89	14070	1843	4458,90
4 Pastizal de gramíneas vivaces	43,3	0,66	–	446	3343,93
5 Pasto orófilo edafo-higrófilo	86,6	1,17	–	927	5905,30
6 Pasto orófilo edafo-hidrófilo nitrófilo	87,0	2,87	–	2461	14527,59
7 Pastizal- Lastonar	55,3	0,90	–	886	4519,79
8 Espinar en pasto orófilo	84,8	1,29	9417	2222,9	6509,94
Piso Supramediterráneo					
9 Espinar	54,0	0,89	22243	2030	4487,25
10 Escobonal de *Cytisus reverchonii*	39,5	0,54	4952	435	2706,57
11 Escobonal de *Genista cinerea*	68,1	1,41	12052	1069	7090,27
12 Tomillar	18,0	,40	3032	298	2030,90
13 Tomillar nitrófilo	12,0	0,16	605	96	825,25
14 Esplegar	42,0	0,67	5734	561	3359,55
Piso Mesomediterráneo					
15 Romeral	53,7	0,74	7107	599	3713,56
16 Pinar de *Pinus halepensis*	41,7	0,63	6323	575	3172,77
17 Encinar de *Quercus rotundifolia*	43,2	0,56	3506	412	2820,27
18 Matorral de *Ononis fruticosa*	55,4	0,92	9488	919	4645,03
Promedio ponderado por superficie	52,21	0,75	7057,63	980,93	3790,93

Conclusiones

De acuerdo con la evaluación realizada, existe un exceso de carga ganadera en el Parque, habiéndose estimado un valor medio de receptividad de 0,75 UGO ha^{-1}, mientras que la carga ganadera actual está muy alejada de la que se podría considerar óptima (1,19 UGO ha^{-1}).

Las unidades de pastos presentan valores de capacidad sustentadora muy distintos entre sí, algunas de ellas superan o igualan al valor medio del parque, mientras que otras, presentan valores inferiores a la capacidad media.

Se proponen tres alternativas de uso para corregir la sobrecarga en el parque: i) disminuir el número de cabezas de ganado, ii) rotación zonificada de los pastos, iii) descarga en zonas de pastoreo fuera del parque.

Referencias bibliográficas

COTTAN, G.; CURTIS, J.T., 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, **37**,451-460.

ETIENNE, M.; PRADO, C., 1982. *Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras*. Universidad de Chile. 120 pp. Santiago de Chile (Chile).

LONG, G., 1974. *Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire. Tome I.* Ed. Masson. 252 pp. Paris (Francia).

MARTÍN, M.; ESPEJO, M.; LOPEZ, T., 1986. Metodología para la determinación de la carga ganadera de pastos extensivos. *Monografías del INIA*, **57**. 37 pp. Madrid (España).

PASSERA, C. B., 1999. *Propuesta metodológica para la gestión de ambientes forrajeros naturales de zonas áridas y semiáridas*. Tesis doctoral. Universidad de Granada. 243 pp. Granada.

PASSERA, C. B.; DALMASSO, A. D.; BORSETTO, O., 1983. Método de Point Quadrat Modificado. En : *Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas. 2ª edición*. 71-79.Ed. FAO/IADIZA. Subcomité asesor del árido subtropical argentino. Mendoza. (Argentina).

PASSERA, C. B.; ALLEGRETTI, L. I., 1993. Evaluación pastoral y capacidad sustentadora de los pastos montanos del Parque Natural de la Sierra de Castril. 87-94. En: *Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña y su relación con la conservación del medio natural*. .Ed. J. Aguilera. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla (España).

PASSERA, C.; ALLEGRETTI, L.; ROBLES, A. B.; FERNÁNDEZ, P.; MORALES, C.; BOZA, J., GONZÁLEZ REBOLLAR, J. L., 1993. *Estudio del uso ganadero actual y la capacidad de carga ganadera del Parque Natural de la Sierra de Castril (Granada)*. Informe técnico. Agencia de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 284 pp. Granada (España).

PÉREZ JIMÉNEZ, J.; GRANADOS, J.; MEDINA, J.; MORENO, M.; NIETO, J.; PALOMARES, F.; RUÍZ, I., 1993. *Estudio del uso ganadero actual y de la capacidad de carga ganadea del Parque Natural de la Sierra de Baza*. Informe técnico. Agencia de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 183 pp. Granada (España).

PÉREZ PUJALTE, A.; PRIETO FERNÁNDEZ, P., 1980. *Memoria explicativa de los mapas de suelos y vegetación de la provincia de Granada*. E 1:200.000. Estación Experimental del Zaidín. CSIC. 126 pp. Granada (España).

ROBLES, A. B., 1991. *Evaluación de la oferta forrajera y capacidad sustentadora de un agrosistema semiárido en el Sudeste Ibérico*. Serv. Publ. Univ. Granada. 9 microfichas. Granada.

PASTORAL ASSESSMENT OF THE DIFFERENT RANGELANDS OF THE SIERRA DE CASTRIL NATURAL PARK (GRANADA, ESPAÑA)

SUMMARY

The study characterized the livestock situation and the pastures of the Sierra de Castril Natural Park. The different kind of pastures were determined by photo-interpretation and the information contrasting with field evaluations. The surface, localization, vegetation cover;, phytomass, productivity, metabolizable energy and carrying capacity were determined for all rangelands. We analyzed the livestock composition; localization and we determined the stocking rate, expressed in Unit Ovine (UO), equal than carrying capacity. The results indicated that the average value of carrying capacity was the 0,75 UO mean, while average value of stocking rate was 1,19 UO.

We concluded that exits overgrazing in the Natural Park surface.

Key words: Rangelands, carrying capacity, Natural Park.

ANÁLISIS TEMPORAL DE LA FITOMASA DE HERBÁCEAS EN CULTIVOS ABANDONADOS REFORESTADOS DE ZONAS SEMIÁRIDAS CONTINENTALES

F.B. Navarro, M.N. Jiménez, M.A. Ripoll, I. Bocio, E. Gallego y E. de Simón

Departamento Forestal. Centro de Investigación y Formación Agraria (CIFA). Junta de Andalucía. Camino de Purchil s/n. Aptdo. 2027. 18080 Granada (España).

Resumen

Se trata de un seguimiento de la productividad interanual (período 1998-2002) de la biomasa de especies herbáceas en zonas marginales semiáridas de la depresión de Guadix-Baza (Granada), las cuales han sido reforestadas con encina y pino carrasco mediante distintas técnicas de preparación del suelo. Se pretende contrastar cómo afectan estos métodos de reforestación y la climatología general a la fitomasa total de herbáceas, cuyo aprovechamiento futuro puede consistir principalmente en la ganadería extensiva y la caza.

Palabras clave: biomasa de herbáceas, tratamientos del suelo, climatología, ganadería extensiva.

Introducción

Miles de hectáreas de terrenos agrícolas han sido reforestados en España a través de los programas de subvenciones promovidos por la Política Agraria Comunitaria (reforma de la PAC) durante el período 1993-2000, con el objetivo principal de eliminar excedentes alimentarios, promover una actividad agrícola más respetuosa con el medio ambiente e incrementar a largo plazo los recursos forestales comunitarios y la gestión del espacio natural de forma más adecuada (Reglamento (CEE) 2080/1992). Sin embargo, en la región Mediterránea, lejos de constituir masas productoras de madera, las reforestaciones deben encaminarse hacia un aprovechamiento agroforestal múltiple, que diversifique las rentas de los agricultores y que conjugue actividades ganaderas, cinegéticas, apícolas, etc., con la preservación del medio ambiente, biodiversidad, paisaje y patrimonio cultural (González-Rebollar *et al.*, 1999).

Se abre por tanto un nuevo campo para el estudio de los pastos, entre otras disciplinas, bajo distintos ambientes ecológicos y situaciones socioeconómicas. Nuestro trabajo se centra en una de las zonas de menor renta per cápita de Europa, la depresión de Guadix-Baza, donde la ganadería extensiva, junto al resto de zonas semiáridas del sureste ibérico, juega aún un papel importante, constituye una buena fuente de ingresos, y se presenta como una de las alternativas más idóneas para el desarrollo de muchas de estas zonas (Barroso y Lázaro, 1999; Robles y Morales, 1992). Por tanto hay que incidir en la enorme importancia de estos espacios reforestados, que suman alrededor de unas 200.000 ha en Andalucía, por un lado para el medio ambiente, y por otro para actividades como la ganadería, más aún para la ganadería extensiva de áreas semiáridas y deprimidas, que constituye uno de los motores de las economías rurales del sureste ibérico.

El estudio consiste en evaluar la productividad total de fitomasa de especies herbáceas en una zona de cultivos abandonados, cómo influyen los procedimientos de preparación del suelo para

reforestar y conocer las variaciones que provocan las precipitaciones sobre esta variable, puesto que el funcionamiento de los ecosistemas bajo clima árido-semiárido está caracterizado por una importante variabilidad determinada casi exclusivamente por la cantidad de agua que recibe el sistema (Aidoud, 1995). Esto nos puede ayudar a gestionar adecuadamente estos espacios forestales de nueva creación de cara al futuro.

Material y métodos

Área de estudio y antecedentes antrópicos

Los muestreos se realizaron en Rambla de Becerra (Guadix, Granada), un área semiárida del sureste de España. Se encuentra situada a 950 m y sus coordenadas son 37º 26' N y 3º 05' W. Los suelos son fluvisoles formados por aluviones periódicos de materiales sedimentarios (arenas, limos), y la precipitación media anual es de 320mm, aunque existe una fuerte irregularidad (488 mm en 1998; 116 mm en 1999, 220 mm en 2000, 289 mm en 2002). Las temperaturas mínimas en invierno pueden descender hasta los -10ºC.

La actividad antrópica (agricultura, ganadería) se ha realizado al menos durante 250 años (Gámez, 1995). En 1993 la Administración compró estos territorios y los cultivos se abandonaron. En julio de 1995 se realizaron los tratamientos del suelo para su forestación y el seguimiento de la fitomasa se prolongó durante las primaveras (Mayo y Junio) de 1998, 1999, 2000 y 2002 (Navarro, 2001).

Tratamientos del suelo

Se realizaron 12 tratamientos del suelo distintos que agrupamos también para su análisis en 4 tipos atendiendo a la cantidad de superficie y volumen de suelo removido (puntuales, lineales, areal y control). La descripción de cada uno de ellos se esquematiza en la Tabla 1. La distribución espacial y el porcentaje de superficie de suelo removido para cada tipo de tratamiento oscila entre el 100 % del tratamiento areal y el 0% del control. La relación de esta superficie con el volumen afectado por el tratamiento es directamente proporcional, a mayor superficie removida mayor es el volumen.

Estas preparaciones se realizaron por triplicado en parcelas de 1000 m^2 (36 parcelas) donde se plantaron 50 encinas (*Quercus rotundifolia* Lam.) y 50 pinos carrascos (*Pinus halepensis* Mill.), cuya evolución y seguimiento son objeto de otro trabajo (Bocio *et al.*, en prensa).

Biomasa de herbáceas

Para el cálculo de la biomasa de herbáceas se procedió a la cosecha de la biomasa aérea de tipo herbáceo mediante su corta en cuadrados de 0,5x0,5 m, situados al azar en el interior de la parcela de muestreo. El número de réplicas por tratamiento fue de 5 cada año.

Las muestras recogidas fueron introducidas en bolsas de plástico y debidamente etiquetadas. Una vez llevadas al laboratorio se introdujeron en el frigorífico a 4-5ºC para su mantenimiento hasta el proceso de secado. Dicho proceso se realizó en una estufa a 80ºC durante 48 horas, lo que permite al material vegetal alcanzar el peso constante. Para evitar ganancias de peso debidas a la condensación sobre el material vegetal caliente, se introdujo dicho material directamente desde la estufa al interior de un desecador (un recipiente hermético con un desecante en su interior, silicagel en nuestro caso) hasta que alcance la temperatura ambiente. El tiempo de permanencia en el desecador fue de dos días.

Una vez transcurrido este tiempo, pasamos a realizar la medición del peso seco de cada una de las muestras mediante una balanza de precisión. En el caso de que las muestras presentasen una biomasa muy elevada se tomaron submuestras y su peso seco se extrapoló con posterioridad al total.

Tabla 1: Descripción de los tratamientos y tipos de tratamientos del suelo empleados.

Tipos de tratamientos	Tratamientos	Maquinaria empleada	Mezcla de horizontes
Tratamientos puntuales (TP): Consisten en la apertura de un hoyo y la construcción sobre el terreno removido de una casilla o banqueta de plantación.	RG	- Retroexcavadora de 80 H.P. con cucharón grande	No
	RP	- Retroexcavadora de 80 H.P. con cucharón pequeño	No
	RPM	- Igual al anterior pero con sistema de captación de escorrentías	No
	AH	- Ahoyador portátil de barrena helicoidal accionada por motor de dos tiempos	Sí
	PM	- Pico o pala percutora alimentada por grupo electrógeno	No
	AM	- Tractor D8 de 240 H.P. con dos rejones modificados con aletas laterales	Sí
Tratamientos lineales (TL): Estos métodos se realizan en fajas o surcos siguiendo curvas de nivel, quedando las interfajas con el terreno y vegetación natural sin alterar.	AV	- Tractor agrícola con arado de vertedera bisurco reversible	Sí
	S	- Tractor bulldozer de 286 H.P. con dos rejones subsoladores separados entre sí 2m.	No
	T	- Tractor forestal de alta estabilidad (TTAE) provisto de un subsolador con aletas	No
	RA	- Tractor bulldozer de 286 H.P. con dos rejones grandes más acaballonado con tractor agrícola con arado de doble vertedera	Sí
Tratamiento areal (TA): Se trata de una preparación del suelo generalizado para toda la superfície de plantación.	LB	- Tractor agrícola con vertederas polisurco de 10 cuchillas	Sí
Testigo: Sin tratamiento.	TS	- Parcelas control	No

La biomasa de herbáceas se utiliza como una buena medida de la cobertura de las mismas, y nos puede indicar qué tratamiento del suelo provoca la existencia de una mayor biomasa, así como su evolución con el tiempo y atendiendo a la climatología.

Análisis estadísticos

Con los datos obtenidos, se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) o en su defecto el test de Kruskal-Wallis en caso de no cumplirse la igualdad de varianzas (test de Barlett y test de Cochran), a un nivel de confianza del 95 %, para cada año de muestreo, y poder contrastar si existen diferencias significativas en la biomasa de herbáceas con respecto a los distintos "tratamientos" y "tipos de tratamientos". Igualmente se utilizó el ANOVA para el factor "tiempo" y el test de comparaciones múltiples de Duncan para contrastar los pares de medias. También se realizaron análisis de regresión (R^2) y correlación (r) para la biomasa de herbáceas y la superficie y volumen de suelo removido por cada tratameinto.

Resultados y discusión

Los datos con los que se han realizado los distintos análisis estadísticos fueron tomados para cada tratamiento (por triplicado) en las distintas campañas de muestreo, y vienen recogidos en la Tabla 2. Una de las primeras cosas llamativas que se observan en éstos es la enorme variablidad en las muestras de fitomasa herbácea que se han recolectado incluso dentro de una misma parcela (elevados valores de error estándar). Varían entre unos máximos de 200 a 250 g de MS/0,25 m^2 y 10-15 g de MS/0,25 m^2, debido fundamentalmente a la heterogeneidad microtopográfica y microhidrológica, que favorece en ocasiones la recogida de escorrentías con aumento de la humedad edáfica, o por el contrario produce la exportación de agua y nutrientes en los lugares de mayor pendiente. Igualmente las características edáficas (proporción de arenas y gravas) puede

provocar alta infiltración y poca retención de agua en los horizontes superiores del suelo y por tanto poca producción de biomasa herbácea, caso que sin embargo parece favorecer a especies de caméfitos leñosos como *Andryala ragusina* L., *Helichrysum serotinum* Boiss., *Thymus mastichina* L., etc..., y que se ha podido comprobar por observación directa en campo.

Tabla 2: Datos de la biomasa de herbáceas por años de muestreo y para cada tratamiento del suelo ± error estándar (en g MS/0,25 m^2).

Tratamientos (n=5)	Año			
	1998	1999	2000	2002
S	130.12±31.56	81.98±13.95	51.56±12.97	104.46±25.69
T	71.88±24.26	57.75±13.47	103.72±22.90	120.94±21.79
LB	101.69±38.47	89.08±16.32	88.37±24.16	79.73±8.59
TS	76.45±16.84	57.19±10.40	60.58±14.54	101.64±35.70
AH	127.47±34.66	72.32±13.19	49.17±11.24	90.86±24.82
RG	74.48±24.65	74.4±29.58	42.59±17.14	96.4±23.98
RP	82.6±29.52	32.65±10.74	70.21±29.57	85.84±30.40
PM	100.59±19.45	84.51±12.65	88.6±8.41	118.74±24.84
AV	116.38±22.72	86.45±24.36	76.29±15.89	45.3±12.12
AM	77.64±22.46	120.47±31.67	88.96±9.62	101.04±8.12
RA	91.98±14.20	84.79±17.87	78.17±17.97	100.93±22.55
RPM	108.44±38.84	115.56±53.87	75.99±25.60	83.3±28.79

Tal y como aparece en los análisis realizados (Tabla 3), ni los "tratamientos" ni los "tipos de tratamientos" de preparación del suelo provocaron diferencias significativas con respecto a la biomasa de herbáceas, que pareció estar más influenciada por parámetros edáficos e hidrológicos que por la superficie y volumen de tierra removidos, con los que no hubo en ningún caso correlación (se omiten datos). Sin embargo hay que puntualizar que nuestro ensayo se realizó sobre un cultivo de cereal que fue abandonado recientemente, y no sobre pastos ya establecidos, eriales o monte abierto, como se han reforestado muchas zonas de España, en las que los métodos de preparación del suelo agresivos como laboreos o subsolados plenos han arrasado con todo lo existente. Estas técnicas deben ir abandonándose por tratamientos puntuales más efectivos y respetuosos con los eriales y pastos.

Tabla 3: *P-value* obtenido de los análisis de los datos existentes en la tabla 2 para los factores "tratamientos" y "tipos de tratamientos" del suelo en cada año de muestreo. El análsis consistión en un ANOVA de un factor repetido para cada año (A), o en su defecto el test de Kruskall-Wallis (K) en el caso de violarse la igualdad de varianzas (test de Barlett y test de Cochran).

Variable	1998	1999	2000	2002
P-value para el factor "tratamientos del suelo"				
Biomasa de herbáceas (g de MS/0,25 m^2)	^{A}0.849	^{K}0.341	^{A}0.458	^{A}0.727
P-value para el factor "tipos de tratamientos"				
Biomasa de herbáceas (g de MS/0,25 m^2)	^{K}0.886	^{K}0.627	^{A}0.673	^{K}0.935

En el conjunto de toda la cuenca de rambla de Becerra la biomasa de herbáceas total producida (media de los 4 años de muestreo) fue de 85,82±3,39 g de MS/0,25 m^2/año, lo que equivale a 3,43 t/ha-año, cantidad bastante aceptable si la comparamos con la productividad primaria neta para especies herbáceas calculada por Aidoud (1995) en tres comunidades de las estepas del norte de África de precipitación media de 225 mm/año. La media de 11 años de estudio dio un resultado de 77 kg MS/ha-año para las estepas de *Stipa tenacissima*, 135 para las de *Artemisia herba-alba* y 163 kg MS/ha-año para las estepas de *Lygeum spartum*.

Sin embargo esta producción en rambla de Becerra fue muy variable entre años (Tabla 4) dependiendo fundamentalmente de las precipitaciones, aumentando en general con los años lluviosos y disminuyendo los secos, más concretamente se obtuvieron disminuciones significativas cuando las precipitaciones invernales (Dic., Ene., Feb. y Mar.) fueron inferiores a los 50 mm aproximadamente (Fig. 1), hecho también apuntado por Aidoud (1995) para precipitaciones tempranas en el norte de África. Esto puede servir como herramienta predictora de las posibles cargas ganaderas que pueden ocupar estos espacios anualmente atendiendo a las precipitaciones, teniendo en cuenta también que existen en estas reforestaciones matorrales leñosos pastables que pueden contrarestar la falta de hierba en años secos, aproximadamente un 13 % de cobertura al cabo de 10 años de abandono (datos de rambla de Becerra, Navarro, 2001). Es más, lo ideal sería una vez establecidas las forestaciones, fomentar la mejora de pastos y plantaciones de especies de arbustos forrajeros autóctonos que también servirían para incrementar la diversidad y proteger suelo.

Figura 1: Regresiones lineales de la biomasa media anual de herbáceas con respecto a las precipitaciones totales e invernales. Letras diferentes significan diferencias significativas al nivel del 95 % (test de comparaciones múltiples de Duncan).

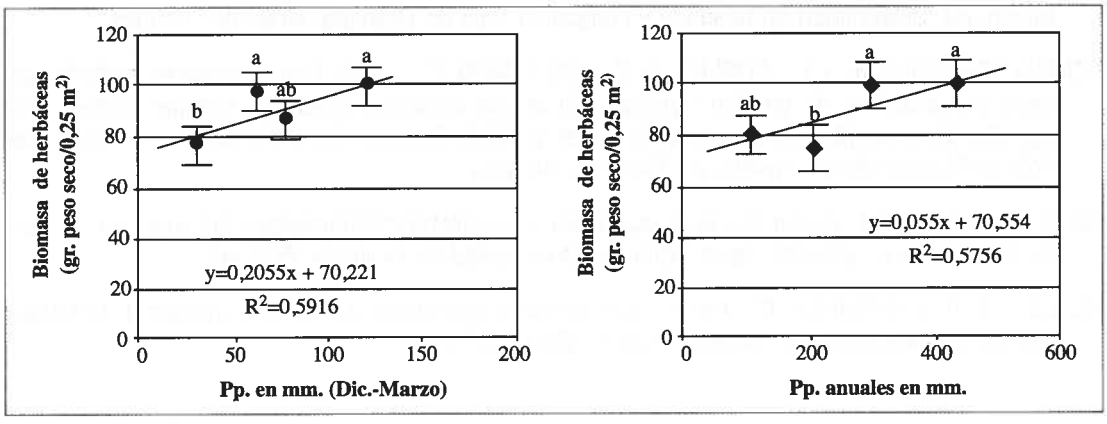


Tabla 4: Biomasa de herbáceas media ± error estándar para cada año de muestreo. Se utilizó el ANOVA de un factor (A) y el test de comparaciones múltiples de Duncan para contrastar los pares de medias (letras distintas significan diferencias significativas al nivel de 0,05 %).

Variable	n	Factor "tiempo"				
		1998	1999	2000	2002	*P-value*
Biomasa de herbáceas (g peso seco/0,25 m²)	60	96,57±7,71a	79.85±6.90ab	72,85±5,39b	94,09±6.66a	**A 0,037***

Conclusiones

Los métodos de preparación del suelo no afectaron a la fitomasa de herbáceas, puesto que no se obtuvieron diferencias significativas ni entre tratamientos distintos, ni entre tipos de tratamientos (para las condiciones concretas de este estudio).

Existió una gran variabilidad en las muestras (elevados errores estándar), debido a la heterogeneidad de la zona de estudio en cuanto a características microedáficas y microhidrológicas.

Sí se obtuvieron diferencias significativas entre años de muestreo, hecho que está íntimamente relacionado con las precipitaciones, fundamentalmente con las otoñales e invernales.

La biomasa de herbáceas media para los 4 años de muestreo fue de 85,82±3,39 g de MS/0,25 m^2, bastante aceptable como recurso pascícola extensivo de una zona semiárida continental como es la depresión de Guadix-Baza si lo comparamos con otras zonas del norte de África.

Bibliografía

AIDOUD, A., 1995. Las poblaciones vegetales bajas en el norte de África. En: *Restauración de la cubierta vegetal en ecosistemas mediterráneos,* 53-80. Ed. A. PASTOR-LÓPEZ y E. SEVA-ROMÁN. Diputación Provincial de Alicante (España).

BARROSO, F. y LÁZARO, R., 1999. *Los pastos y la ganadería extensiva en Almería: una perspectiva general.* Actas de la XXXIX Reunión Científica de la Sociedad Española de Estudio de los Pastos, pp.17-31. Almería (España).

BOCIO, I., NAVARRO, F. B., RIPOLL, M. A., JIMÉNEZ, M. N. y DE SIMÓN, E., 2003. Holm oak (*Quercus rotundifolia* Lam.) and Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) response to different soil preparation techniques applied to forestation in abandoned farmland. *Annals of Forest Science* (aceptado).

GÁMEZ, J., 1995. *El espacio geográfico de Guadix: aprovechamiento agrario, propiedad y explotación.* Ed. Universidad de Granada y Fundación Caja de Granada. Granada. 375 pp.

GONZÁLEZ-REBOLLAR, J. L.; ROBLES, A. B. y DE SIMÓN, E., 1999. *Las áreas-pasto-cortafuegos entre las prácticas de gestión y protección de los espacios forestales mediterráneos: (propuestas de selvicultura preventiva).* Actas de la XXXIX Reunión Científica de la Sociedad Española de Estudio de los Pastos, pp.145-154. Almería.

NAVARRO, F. B., 2001. *Evolución de la vegetación bajo distintos tratamientos del suelo en la forestación de tierras agrarias.* Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 507 pp.

ROBLES, A. B. y MORALES, C., 1992. Flora forrajera autóctona del sureste español I. Catalogación en un área piloto de Almería. *Pastos,* **22(1),** 37-51.

TEMPORAL ANALYSIS OF HERBACEOUS BIOMASS IN ABANDONED AND AFFORESTED CONTINENTAL SEMIARID FARMLAND

SUMMARY

Annual herbaceous biomass productivity (period 1998-2002) in abandoned farmland of the Guadix-Baza basin (Spain) are studied. These old fields were afforested with holm oak and aleppo pine by differents soil preparation techniques. We want to know how affect these preparation methods and the general climatology to the herbaceous biomass, because it is one of the future development resources of this arid areas of the SE Spain.

Keywords: Herbaceous biomass, soil preparation techniques, semiarid climatology, extensive stockbreeding.

CARACTERIZACIÓN Y EVOLUCIÓN ANUAL DEL VALOR BROMATOLÓGICO DE LAS QUERCINEAS MEDITERRÁNEAS

I. Cañellas Rey de Viñas[1], S. Roig Gómez[1] y A. San Miguel Ayanz[2]

[1] Centro de Investigación Forestal-INIA. Ctra. A Coruña, km 7.5. 28040 Madrid.
[2] Dpto. Silvopascicultura. E.T.S.I. Montes. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid.

Resumen

Se exponen los resultados de análisis bromatológicos sobre ramón y bellotas de las principales quercineas mediterráneas españolas: encina, quejigo, melojo y alcornoque. Las variables estudiadas han sido materia seca, cenizas, grasa, fibra, proteína, macronutrientes (N, Ca, P, Mg) y micronutrientes (Fe, Cu). Se comparan los resultados obtenidos a lo largo de la temporada de montanera y entre especies, en el caso de la bellota; y en el caso del ramón, se analizan las diferencias entre especies, entre brotes de diferentes zonas del árbol y su evolución temporal.

Palabras clave: bellota, ramón, fenología.

Introducción

En los ecosistemas mediterráneos, caracterizados por un claro período de sequía estival, las masas arbóreas o arbustivas dominadas por especies de *Quercus* son con frecuencia la formación vegetal dominante. La mayor parte de las especies que constituyen esas comunidades tienen carácter de ramoneables y pueden ser consumidas durante el verano e invierno, cuando las especies herbáceas son escasas o están secas y poseen una baja calidad nutritiva (Le Houerou y Hoste, 1977; Le Houerou, 1981). Desde el punto de vista pastoral, las especies leñosas ramoneables presentan algunas ventajas frente a las herbáceas, como mantener permanentemente su oferta de alimento y presentar un contenido en proteínas mayor que la hierba seca, además de una mayor resistencia a las variables condiciones climáticas.

Por otro lado, las especies de *Quercus* ponen a disposición del ganado otro pasto durante el periodo de otoño-invierno: la bellota; alimento de gran calidad para el ganado doméstico y de gran importancia estratégica para el silvestre (San Miguel *et al.*, 2000).

El conocimiento del material consumido por el ganado, combinado con el de la composición de la vegetación disponible, es esencial para la gestión de las comunidades arbustivas y el desarrollo de sistemas eficientes de producción animal. En el medio mediterráneo son aún escasos los datos bromatológicos de los pastos leñosos y su evolución en el tiempo, conocimiento que queremos aumentar con los datos recogidos en este trabajo.

Material y métodos

Las especies analizadas en este trabajo fueron los principales *Quercus* mediterráneos (perennes) y submediterráneos (marcescentes). Las especies y zonas estudiadas, el material y las fechas de recogida se detallan en la tabla 1. Las muestras se recogieron durante dos años consecutivos.

Los análisis bromatológicos se realizaron de acuerdo con los Métodos Oficiales de Análisis del MAPA (1986). Se recogió la bellota en cinco árboles elegidos al azar, homogeneizando la cantidad obtenida –al menos un kilo– para realizar el análisis de laboratorio en una sola submuestra. Se analizó por separado la pulpa de la cáscara, ya que algunos animales, por ejemplo el porcino, no consumen esta última. Las muestras de ramón (ramas hasta el diámetro que se consideraba consumía el ganado) se obtuvieron de cinco árboles elegidos al azar con las diferentes fracciones: en la parte superior de la copa (donde no llega el diente del ganado), en la zona inferior de la copa y en brotes de suelo; la muestra de cinco árboles se homogeneizó y preparó para un único análisis en laboratorio para cada fracción.

Tabla 1: Especies, localización de las zonas recogida y tipo de muestras estudiadas. R: ramón; B: bellotas. La fecha de recogida indica el mes por su inicial.

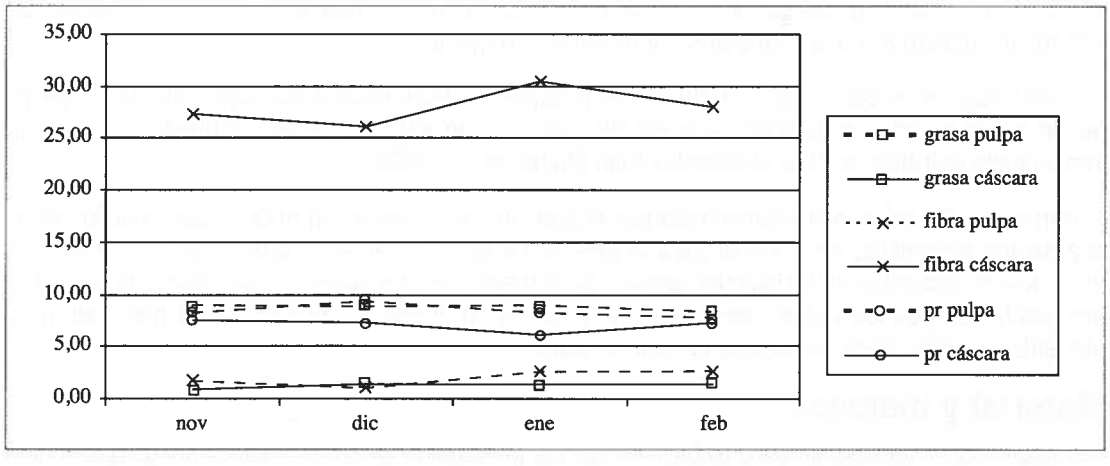
		Fecha de recogida										
Especie	Lugar	N	D	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S
Q. suber L.	"La Herguijuela" (CC)	RB	B	B	B	R	R	R	R		R	R
Q. ilex L.	"La Herguijuela" (CC)	RB				R	R				R	R
Q. faginea Lamk	Barriopedro (GU)	RB						R	R		R	R
Q. pyrenaica Willd.	Navacerrada (M)	RB						R	R	R		R

En el laboratorio se calculó el porcentaje de humedad en estufa a 105 ºC hasta peso constante. La composición química se calculó a partir de muestras secadas en estufa a 75 ºC hasta peso constante, que posteriormente fueron trituradas. Se determinó el contenido de macroelementos (N, P, Ca, Mg) y los principales microelementos (Fe, Cu). La proteína bruta (PB) se calculó a partir del contenido total de nitrógeno, multiplicándolo por un factor de corrección de 6,25, generalmente adecuado para concentrados y forrajes, pero un poco elevado para arbustos (Dietz, 1972). La grasa bruta se cálculo por el método de extracción Soxhlet (sin hidrólisis previa) con éter etílico. La fibra bruta se obtuvo de una muestra desgrasada tratada sucesivamente con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido potásico.

Resultados y discusión

A modo de ejemplo, algunas variables bromatológicas de bellota medidas en alcornoque y a lo largo de los meses de montanera (de noviembre a febrero) pueden observarse en la figura 1.

Figura 1: Evolución temporal de los porcentajes sobre materia seca de grasa, fibra y proteína en pulpa y cáscara de bellota de alcornoque.



Claramente se aprecian notables diferencias entre los valores de grasa, fibra y proteína medidos en pulpa y cáscara por separado, aunque esas diferencias son menores para los porcentajes de

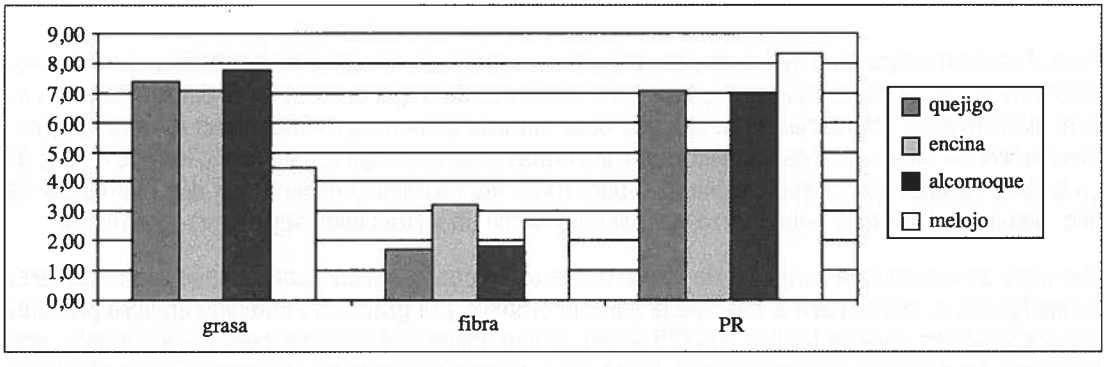
proteína. Algunos autores (Rodríguez Berrocal *et al.*, 1973) determinan el valor nutritivo de las bellotas sin separar la cáscara de la pulpa, lo cual puede inducir a errores en la utilización de los resultados, dada la gran diferencia de composición de estas fracciones; por ejemplo, el valor medio en la temporada de pulpa de bellota de alcornoque de fibra es 2,03 %, frente al 27,9 % de fibra en cáscara. En pulpa de bellota, el contenido en grasa tiene media de 8,7 % con mínimo en febrero y máximo en diciembre, el de fibra tiene media de 2,03 % con mínimo en diciembre y máximo en febrero; mientras que el contenido en proteína tiene una media de 8,17 % con mínimo en febrero y máximo en diciembre. El rango de variación a lo largo de la temporada puede ser bastante elevado (en pulpa de bellota: 3 % sobre la media en porcentaje de grasa; 45,5 % sobre la media en el caso de la fibra; 14,5 % en la proteína). Los valores son similares a otros publicados para alguna de las especies (Cañellas *et al.*, 1991).

Tabla 2: Porcentaje de cenizas, grasa, fibra, proteína, calcio, fósforo, magnesio, hierro y cobre en pulpa y cáscara de bellota de las especies estudiadas (muestra recogida en noviembre).

	PULPA								
	cenizas	grasa	fibra	PR	Ca	P	Mg	Fe[1]	Cu[1]
Quejigo	2,18	7,35	1,73	7,03	0,07	0,11	0,08	4,3000	2,4000
Encina	2,01	7,03	3,20	5,06	0,24	0,08	0,07	2,7080	2,2003
Alcornoque	2,06	7,75	1,80	7,00	0,14	0,12	0,06	2,5643	2,7936
Melojo	2,49	4,45	2,70	8,29		0,11	0,06	3,8800	0,0000
	CÁSCARA								
	cenizas	grasa	fibra	PR	Ca	P	Mg	Fe[1]	Cu[1]
Quejigo	2,23	0,87	42,76	4,00	0,49	0,02	0,08	7,6800	6,9900
Encina	1,80	4,37	26,58	5,03	0,35	0,06	0,08	3,7886	3,5001
Alcornoque	2,02	2,22	27,79	6,12	0,41	0,03	0,07	3,3950	4,7804
Melojo	2,12	1,05	46,91	5,45		0,05	0,08	5,0600	8,0400

[1] Fe y Cu en mg/kg.

Figura 2: Porcentajes de grasa, fibra y proteína sobre materia seca de quejigo, encina, alcornoque y melojo en pulpa de bellota (muestra recogida en noviembre).



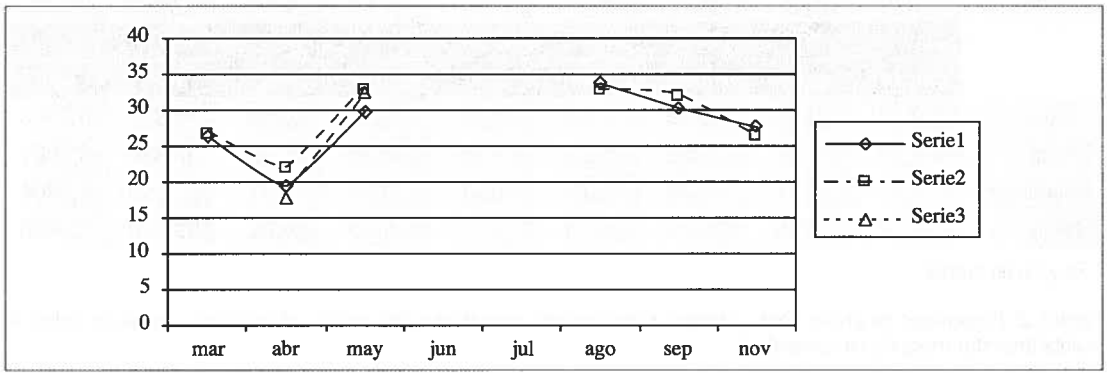
En cuanto a la comparación de la composición bromatológica de la bellota en las distintas especies de *Quercus*, la tabla 2 muestra los valores de las variables estudiadas para las cuatro especies que tratamos. La figura 2 ilustra la comparación de los valores de grasa, fibra y proteína en pulpa de bellota para las mismas especies. El valor mínimo del porcentaje de grasa se obtiene en las bellotas de melojo, frente a valores similares del resto de especies. En el porcentaje de fibra, el máximo se da en la encina, frente a valores mínimos de quejigo y alcornoque. Por último, es la bellota de melojo la que tiene mayor porcentaje de proteína y el mínimo lo presentan las bellotas de encina. Las diferencias entre fracciones (pulpa y cáscara) para las variables estudiadas se mantienen de la misma forma que en la evolución temporal vista en alcornoque.

Tabla 3: Valores medios (en % de MS) de materia seca, cenizas, grasa, fibra, proteína, calcio, fósforo, magnesio, hierro y cobre de ramón de las especies estudiadas (P: primavera, O: otoño). Valores en % de MS. Valores medios de copa y brotes de suelo).

	MS		Cenizas		Grasa		Fibra		Proteína	
	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O
Quejigo	22,86	54,72	4,33	4,96	2,87	3,90	24,36	27,63	14,41	9,31
Encina	54,72	53,98	3,66	3,40	2,52	3,16	25,97	30,54	10,75	9,38
Melojo	30,33	47,84	4,86	5,18	3,77	4,94	23,09	25,54	16,39	11,23
Alcornoque	55,34	49,97	3,51	3,61	3,22	4,23	27,52	30,71	12,03	10,44
	Calcio		Fósforo		Magnesio		Hierro[1]		Cobre[1]	
	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O
Quejigo	0,86	0,99	0,17	0,10	0,29	0,23	11,337	7,698	4,062	2,507
Encina	0,76	0,88	0,16	0,12	0,17	0,18	0,004	6,328	2,476	3,840
Melojo	0,59	0,78	0,32	1,36	0,29	0,19	12,940	14,959	9,484	8,286
Alcornoque	0,53	0,53	0,21	0,12	0,16	0,23	0,006	6,003	4,132	7,607

[1] Fe y Cu en mg/kg.

Figura 3: Evolución de la fibra (% en MS) en ramón de encina según tipo de brote. Serie 1: copa inferior; serie 2: copa superior; serie 3: brotes de cepa y raíz.



Para el valor bromatológico del ramón, se agruparon los datos procedentes de las distintas zonas de los árboles (copa superior, copa inferior y brotes de suelo) debido a que la escasez de datos analizados no permitió establecer diferencias entre ellas; es decir, en esta primera aproximación no se aprecian grandes diferencias en las variables medidas entre los brotes a los que llega el ganado y a los que no (Fig.3). La tabla 3 sintetiza los valores encontrados para todas las variables y especies en dos momentos del año: primavera (muestras entre marzo y junio-julio) y otoño (muestras entre septiembre-noviembre).

Ejemplos de la evolución temporal de las variables estudiadas para las cuatro especies puede verse en las figuras 4, 5 y 6, para el caso de la fibra, la proteína y la grasa. El contenido en fibra presenta valores similares durante todo el año (25-35 %), con un mínimo al inicio del periodo vegetativo, más temprano en especies perennes y más tardío en el quejigo y el melojo, motivado porque el rebrote ocurre antes en las perennes. En el caso de la proteína, se presentan valores máximos en primavera cerca del 20 % de MS –aunque generalmente menores que los de la vegetación herbácea en esa época–, más o menos tempranos según la especie (más tempranas las especies perennes); y mínimos en otoño con contenidos inferiores al 12 % –frente a valores menores en los pastos herbáceos– (Liacos *et al.*, 1983). El contenido en grasa del ramón sigue el mismo patrón en todas las especies con un claro descenso según avanza la época de crecimiento, mínimos en verano y recuperación en otoño e invierno (Fig.6). En cuanto al contenido en macro y micronutrientes, los valores no siguen una pauta marcada y presentan cifras similares en las cuatro especies (tabla 3); sólo el

ramón del melojo no es deficitario en fósforo, con valores superiores a 0,2% (ARC, 1986). Los niveles de Ca son admisibles en todas las estaciones, así como los niveles de Mg, Cu y Fe, que también sobrepasan los mínimos exigidos por la A.R.C. (1986).

Figura 4: Evolución de la fibra (% en MS) Valor medio de brotes de copa (zonas superior e inferior) y brotes de suelo.

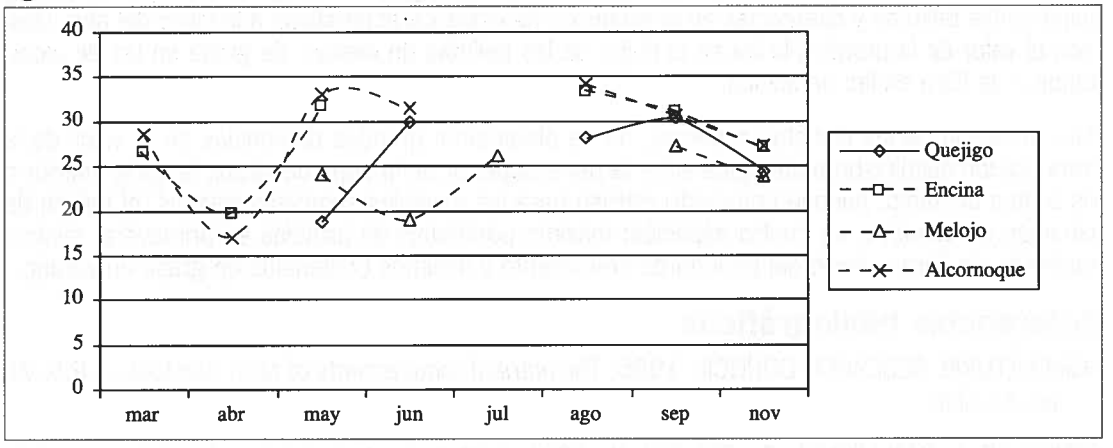


Figura 5: Evolución de la proteína (% en MS) en ramón. Valor medio de brotes de copa (zonas superior e inferior) y brotes de suelo.

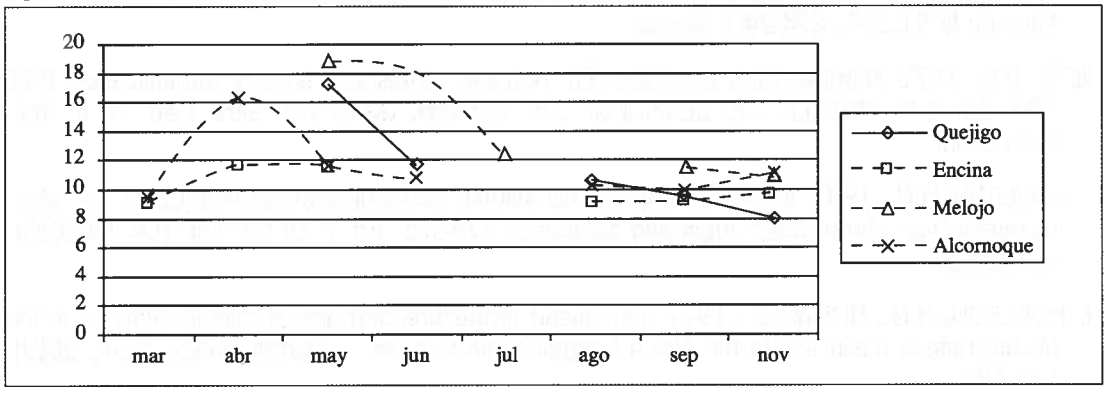
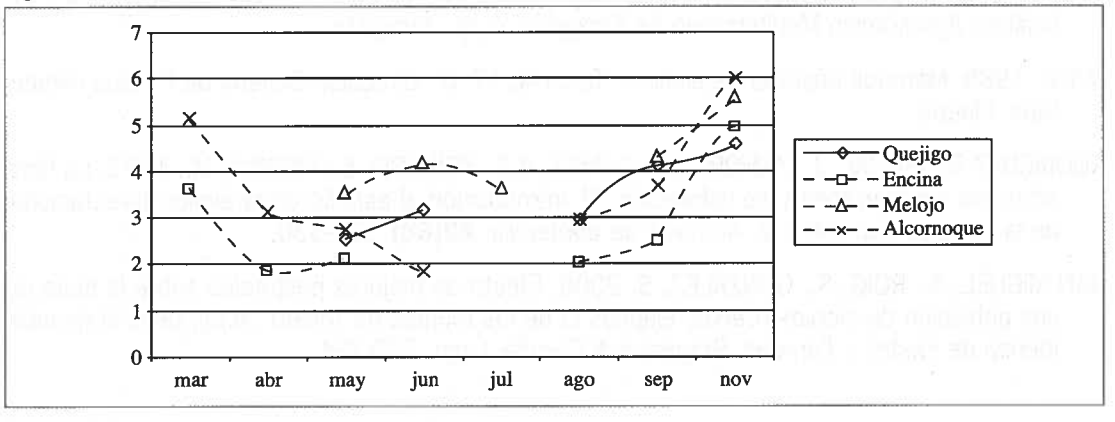


Figura 6: Evolución de la grasa (% en MS) en ramón. Valor medio de brotes de copa (zonas superior e inferior) y brotes de suelo.



En cuanto a la comparación realizada entre la calidad de los brotes del año y los del año anterior a la recogida de datos, para encina y alcornoque, se detecta una ligera tendencia a la mejor calidad en brotes del año con menores contenidos en fibra y mayores porcentajes de proteína, aunque con valores muy similares. Los contenidos de proteína y grasa fueron siempre mayor en las hojas que en los tallos para cualquier año.

Conclusiones

Se ha obtenido una primera caracterización del valor bromatológico de la bellota y el ramón de encina, alcornoque, quejigo y melojo, para diferentes épocas del año. Se detectaron grandes diferencias en los valores de características químico-bromatológicas en las fracciones de cáscara y pulpa de las bellotas y diferencias en la evolución de estas características a lo largo del año. Destacó el valor de la proteína bruta en la pulpa de las bellotas de melojo, de grasa en las de alcornoque y de fibra en las de encina.

Para el ramón de las distintas especies, no se observaron grandes diferencias en el valor de la composición químico-bromatológica entre la parte superior de la copa del árbol, la parte inferior o los brotes de suelo. Aunque con cierto retraso para las especies submediterráneas, el patrón de variación es común a las cuatro especies: máximo porcentaje de proteína en primavera, mínimo contenido en fibra al inicio del periodo de crecimiento y mínimos contenidos en grasa en verano.

Referencias bibliográficas

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1986. *The nutrient requirements of farm livestock. A.R.S*, 74 pp, London.

CAÑELLAS, I.; SAN MIGUEL, A.; DEL RIO, V., 1991. Evaluación de la producción silvopastoral de una dehesa extremeña: pasto, bellota y biomasa de ramas podadas. *Actas XXXI Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 234-240. Murcia.

DIETZ, D.R., 1972. Nutritive value of shrubs. En: *Wildland shrubs-their biology and utilization*, 289-302. Ed. C.M. MCKELL, J.P. BLAISDELL, J.K. GOODIN. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT.1.Utah.

LE HOUEROU, H.N., 1981. Impact of man and his animals on mediterranean vegetation. En: *Mediterranean-type shrublands: Origin and Structure*, 479-521. Ed. F. DI CASTRI, H.A. MOONEY. Amsterdam.

LE HOUEROU, H.N.; HOSTE, C., 1977: Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean basin and in the Africa Sahelo-Sudanian zone. *J. Range Management*, **30(3)**, 181-189.

LIACOS, L.G.; NASTIS, A.S.; TSIOUVARAS, C.N., 1983. *Forage value of selected brush species.* Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza, 4 pp. Zaragoza.

MAPA, 1986. Métodos oficiales de análisis. Tomo III, 17-37. Dirección General de Política Alimentaria. Madrid.

RODRIGUEZ BERROCAL, J.; ZAMORA, M.; GÓMEZ, A.Z.; PEINADO, E.; MEDINA, M., 1973. La flora arbustiva mediterránea y su valoración. IV. Introducción al estudio de la evolución estacional de la composición nutritiva. *Archivos de Zootecnia*, **22(88)**, 321-330.

SAN MIGUEL, A.; ROIG, S.; GONZÁLEZ, S. 2000. Efecto de mejoras pastorales sobre la dieta de una población de ciervos (*Cervus elaphus L*) de los montes de Toledo. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes.* Bragança- A Coruña- Lugo, 749-754.

CHEMICAL COMPOSITION AND ANNUAL EVOLUTION OF NUTRITIVE VALUE ON MEDITERRANEAN *QUERCUS*

SUMMARY

Main results from nutritive analysis on browse and acorns of the main species of Spanish Mediterranean *Quercus* are showed. The studied species are holm oak, quejigo oak, rebollo oak and cork oak. Studied variables have been the following: dry matter, ash, fat, fiber, crude protein, macronutrients (N, Ca, P, Mg) and micronutrients (Fe, Cu). We have compared acorn data along the *montanera* season and among species; for the browse data, differences among species, and zones of the tree and their temporal evolution have been studied.

Key words: acorn, browse, phenology.

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DEL CALIBRE DE BELLOTAS DE *QUERCUS ILEX* L. SUBSP. *BALLOTA* (DESF) SAMP A LO LARGO DE UN CICLO DE PODA. RESULTADOS DE LAS CAMPAÑAS 2001-2002 Y 2002-2003

M.D. Carbonero, P. Fernández Rebollo, A. Blázquez y R. Navarro

Departamento de Ingeniería Forestal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba. Avda Menéndez Pidal s/n. 14080 Córdoba (España).

Resumen

El presente trabajo pretende cuantificar el efecto de la poda de la encina sobre la producción y tamaño de las bellotas durante las montaneras del 2001-2002 y 2002-2003. El diseño del experimento fue de tipo sincrónico, eligiendo árboles situados en parcelas podadas en los inviernos del 2000, 1999, 1998, 1996 y 1994. La producción media de los árboles podados en el 2000, 1999, 1998 y 1996 se encuentra al mismo nivel. Una limpia suave como la realizada en la finca no parece perjudicar la producción, ni a mejorarla tampoco a la luz de los datos recogidos. En cualquier caso las fuertes variaciones en producción entre individuos, y entre campañas (vecería), ambas características típicas de las producciones de *Quercus*, son superiores a las variaciones que puedan ser debidas a las condiciones climáticas y a la poda.

Palabras clave: dehesa, encina, vecería.

Introducción

La poda de la encina tiene por objetivo dotar al árbol de una arquitectura adecuada para la producción de fruto. Sin embargo los criterios seguidos para realizar las podas presentan fuertes variaciones locales y han variado a lo largo del tiempo influidos mayormente por las necesidades de leña. La intensidad de la poda determina la respuesta del árbol: podas suaves repercutirán en un aumento de la fructificación, mientras que podas de gran intensidad va a promover la aparición de brotes leñosos. Además las podas tienen una serie de efectos negativos sobre la salud del árbol, entre los que se pueden mencionar el ser vía de entrada al interior del mismo de insectos y hongos. Todo este conjunto de respuestas posibles, unido al interés que en la actualidad despiertan aspectos relacionados con la producción de bellota, debido en parte a la demanda de productos de calidad del cerdo ibérico, y unido a los escasos estudios realizados sobre el tema son los que nos motivan a la realización de este trabajo. Este artículo es continuación de los trabajos ya iniciados el año pasado con lo que los principales objetivos siguen siendo la cuantificación del efecto de la poda de mantenimiento de la encina en la producción y en el tamaño de las bellotas.

Material y métodos

Para realizar el trabajo se eligió la finca "Navalpaloma". Una mayor descripción de la finca y el arbolado puede consultarse en Carbonero *et al.*, (2002). La única actuación realizada sobre el suelo

ha sido el pastoreo rotacional. Los datos climáticos correspondientes al periodo Octubre 2001-2002 se han recogido en la estación de Villanueva de Córdoba.

Se eligieron grupos de 10 árboles que hubieran sido podados en diferentes años, a saber: inviernos del 2000, 1999, 1998, 1996 y 1994. La poda que se les realiza es de mantenimiento, y está dirigida a eliminar el exceso de follaje de la copa de manera que ésta quede bien soleada: se eliminan las ramas verticales y bajeras, con tendencia a abrir el interior de la copa sobre los brazos y cortando las copas de afuera hacia adentro. En ningún caso el diámetro de los cortes superó los 20 cm. Las podas se llevan a cabo durante los meses de invierno y hasta el momento presente con una cadencia de 8 años. Es difícil cuantificar la intensidad de la poda, aunque en términos de porcentaje, se calcula que la biomasa eliminada oscila entre el 10-15 % de la biomasa inicial del árbol. Un criterio empleado para calificar el grado de adecuación de la poda realizada, sería la baja emisión por parte del árbol de brotes chupones. En nuestro caso, en ninguno de los individuos podados en el 2000 se detecta esta respuesta fisiológica con lo que la actuación puede calificarse como liviana. Para la medida de la producción se utilizó una variación del método de los contenedores diseñado por Zulueta y Cañellas (1992) cuya descripción puede consultarse en Carbonero *et al.*, (2002).

El material se recogió quincenalmente a partir del 1 de Noviembre del año 2001 (campaña 2001-2002) y a partir del 15 de Octubre del 2002 (campaña 2002-2003), debido al adelantamiento de la caída de bellota que se observó. El tamaño de las copas de los árboles se obtuvo midiendo tres diámetros de la copa de los árboles muestreados, y estimando la cobertura como un círculo con el diámetro medio obtenido. Para la obtención de la producción por árbol en peso fresco de bellotas sin cascabillo consultar Carbonero *et al.*, (2002). Con vistas a un mejor análisis del comportamiento productivo de los árboles, los individuos muestreados se clasificaron en situación de baja producción cuando no alcanzaron los 10 kg. por árbol, de media producción cuando se situaron entre los 10-25 kg. y de alta producción cuando superaron los 25 kg.

La prueba de homogeneidad de las varianzas se realizó mediante el test de Levene. Para la comparación de datos entre tratamientos se realizó un ANOVA con el test HSD de Tukey, y entre campañas se empleó la prueba T de Student para muestras relacionadas. En todos los casos el nivel de confianza exigido para aceptar resultados significativos fue del 95 %.

Resultados

La producción de bellotas por árbol y en g/m^2 durante la campaña 2002-2003 ha sido superior a la obtenida en la campaña 2001-2002, aunque no de manera significativa en ninguno de los casos. Este hecho se observa en árboles podados en el 2000, 1999 y 1994, aunque tampoco de una manera significativa. Los datos obtenidos para este año muestran que la producción por pie de los árboles podados en 1999 ha sido superior al resto, mientras que la de los árboles podados en 1994 ha sido inferior, dato que ya se obtuvo el año pasado. La producción de los árboles podados en el 2000, 1998 y 1996 no presenta diferencias significativas entre ellos aunque es mayor para los que recibieron poda en el 2000 (Tabla 1).

La producción de bellotas por árbol si empleamos los datos obtenidos en las dos campañas, y según la correlación de Pearson está ligeramente relacionada con el diámetro de la copa (r^2=0.32; P<0.01) y con el diámetro del tronco (r^2=0.41; P<0.01).

El número de bellotas por árbol es lógicamente también mayor en la campaña 2002-2003 que en el 2001-2002 aunque no se observan diferencias significativas entre tratamientos ni entre campañas debido a la gran varianza existente. Sin embargo parece ser decreciente a medida que los árboles llevan más tiempo sin podarse, con lo que se confirmaría la tendencia observada el año pasado (Tabla 2). Si observamos las producciones medias, se ve que las diferencias entre campañas son similares a las diferencias entre diferentes tratamientos: muy altas en cualquier caso, y resultantes de las altas variaciones individuales.

Tabla 1: Producción anual de bellotas en peso fresco (kg/encina) según el año de poda. Cada tratamiento viene nombrado por el último año en que se podó el arbolado.

Producción (kg)									
Tratamientos	Campaña 2002-2003				Campaña 2001-2002				N
	Media	Dev-Std	Max.	Min.	Media	Dev-Std	Max.	Min.	
2000	42,6 ab	28,5	88,4	4,1	19,1 b	17,5	54,6	0,000	10
1999	47,6 b	43,7	154,8	14,2	25,1 b	24,6	79,8	1,067	10
1998	19,7 ab	9,3	40,2	6,2	26,1 b	16,6	66,0	2,065	10
1996	27,1 ab	15,1	63	5,3	35,1 b	20,1	66,0	8,996	10
1994	14,4 a	6	7,5	7,5	9,7 a	11,7	37,0	1,236	10
Total	29,7	26,4	154,8	4,1	24,8	24,6	135,556	0,000	50

Tabla 2: Número de bellotas por cesto según el año de poda. Cada tratamiento viene nombrado por el último año en que se podó el arbolado.

Nº de bellotas por cesto					
Tratamientos	Campaña 2002-2003		Campaña 2001-2002		N
	Media	Dev-Std	Media	Dev-Std	
2000	3,9 a	3,6	1,2 a	1,2	40
1999	3,2 a	1,7	2,3 a	2,9	40
1998	2,2 a	1	2,8 b	2,6	40
1996	2,4 a	0,8	2,1 a	1,2	40
1994	2,5 a	0,7	1,4 a	1,7	40
Total	2,8	2,8	2,0	2,0	200

Si clasificamos los árboles en tres tipos, según la producción obtenida en las dos campañas, los pies con una producción superior a los 25 kg. aunque constituyen menos de la mitad del arbolado muestreado producen entre el 73-75 % del total (Figura 1).

Del 2001-2002 al 2002-2003 disminuye significativamente el porcentaje de pies con una producción menor de 10 kg, y aumenta el resto. En el caso de porcentaje de productores medios y altos, no se observa que varíe significativamente su número entre campañas. Analizando los datos de manera directa se observa que en las parcelas podadas en el 2000 y el 1999 aumenta acusadamente el porcentaje de pies con producciones mayores de 25 kg. y disminuye el porcentaje correspondiente a producciones menores de 10 kg. En las parcelas podadas en 1998 y 1996 el número de árboles con unas producciones medias aumenta y a su vez diminuye el número de árboles con unas producciones superiores a los 25 kg. En la parcela podada en el 1994, aumentan el número de pies con producciones medias y disminuye el resto (Figura 1).

La longitud y el grosor de la bellota son variables en las que existen grandes diferencias individuales. En la campaña 2002-2003 los valores mayores de longitud se encuentran en la parcela podada en el 2000 (36,2 mm), al igual que ocurría en la campaña anterior, pero disminuyendo. En la variable longitud no se observan diferencias significativas entre los datos obtenidos para las dos campañas. En la variable grosor no se observan diferencias significativas entre tratamientos, aunque sí se obtienen unos mayores valores en el 2002-2003 que en el 2001-2002, en aquellos árboles podados en 1998 y 1996 (Tabla 3).

Figura 1: Proporción de pies con una producción baja, moderada y buena según parcelas durante las montaneras 2001-2002 y 2002-2003.

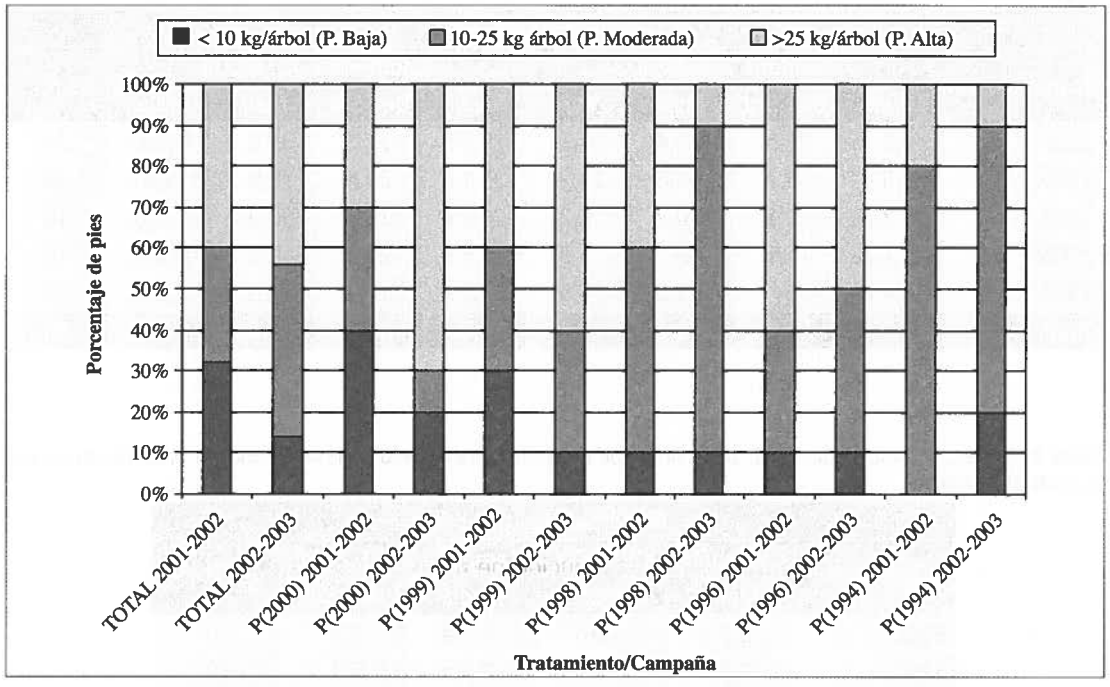


Tabla 3: Longitud (mm) y grosor (mm) de bellotas según el año de poda. Cada tratamiento viene nombrado por el último año en que se podaron los árboles. En cada columna las medias con la misma letra no difieren significativamente al nivel del 95 %.

Tratamientos	Campaña 2002-2003				Campaña 2001-2002			
	Longitud (mm)		Grosor (mm)		Longitud (mm)		Grosor (mm)	
	Media	Dev•Std	Media	Dev•Std	Media	Dev•Std	Media	Dev•Std
2000	36,2 b	3,3	15,6 a	1,6	38,4 c	1,7	15,7 a	2,7
1999	34,4 a	2,5	16,0 a	1,1	32,4 a	5,3	13,7 a	3,2
1998	34,3 a	2,7	16,8 a	2,2	31,9 a	3,8	13,4 a	1,6
1996	34,6 a	4,4	16,2 a	2,4	34,1 ab	3,5	14,4 a	2,4
1994	34,2 a	5,2	16,0 a	1,1	33,6 ab	4,4	14,2 a	1,3
Total	34,7	3,6	16,1	1,7	34,0	4,4	13, 5	2,3

Tabla 4: Longitud (mm) y grosor (mm) de bellotas según fecha de cosecha. En cada columna medias con la misma letra no se diferencian significativamente para un 95 %.

Periodo	Campaña 2002-2003				Campaña 2001-2002			
	Longitud (mm)		Grosor (mm)		Longitud (mm)		Grosor (mm)	
	Media	Dev Std	Media	Dev Std	Media	Dev Std	Media	Dev Std
15-30 Octubre	32,7 a	3,6	14,9 a	1,8	-		-	
1-15 Noviembre	34,3 ab	3,5	15,9 b	1,8	33,3 a	6,5	13,9 ab	3,2
16-30 Noviembre	35,0b	4	16,4 b	2,1	34,4 a	4,8	15,1 b	2,4
1-15 Diciembre	35,6 b	3,8	16,3 b	1,9	33,3 a	6,4	14,0 ab	2,9
16-31 Diciembre	34,8 b	4,7	16,3 b	1,9	33,9 a	4,9	13,8 ab	2,0
1-15 Enero	33,7 ab	4,1	14,8 a	1,4	32,7 a	5,3	13,0 a	2,1
16-31 Enero	-		-		32,6 a	6,2	12,7 a	2,0
Total	34,4	3,9	16	1,9	33,5	5,7	14,0	2,7

No se observan diferencias significativas en lo que se refiere a morfología de bellotas entre las muestras obtenidas en las distintas posiciones dentro del árbol; sí se observan diferencias en función de la fecha de recogida. Durante la campaña 2001-2002 las muestras recogidas a partir del 1 de Enero del 2002, y durante 2002-2003 las muestras recogidas del 15 al 30 de Octubre y del 1 al 15 de Enero del 2003 tienen un menor grosor que el resto (Tabla 4).

Discusión

En general se puede observar que la producción en el 2002-2003 ha sido superior al 2001-2002, aunque no de una manera significativa. Sí es significativa la disminución de árboles poco productores si se comparan las dos campañas. Este hecho puede haberse visto influido por las suaves temperaturas en la primavera y el verano del 2002 que han posibilitado un mayor porcentaje de polinización y cuajado de flores, y unas tempranas lluvias otoñales que han posibilitado la maduración final del fruto (Kazuhiko y Hajime, 2002, Vázquez, 1998). Sin embargo estas buenas condiciones climáticas no han sido motivo suficiente para que se produzca una mejora clara de la producción en la finca. En consonancia con otros autores como Vázquez (1998) y Healy *et al.* (1999), y aunque no es objetivo de este trabajo, parece cada vez más claro que aunque el clima tiene un efecto muy fuerte sobre la producción no es el principal y único determinante: existen otros como la vecería, la asincronía de las producciones individuales y las podas que la afectan acusadamente. Este aumento de producción no se ha producido de manera general en todas las parcelas de tratamiento de la finca: sólo ha ocurrido en aquellas podadas en el 2000, 1999 y 1994. De éstas, los mayores incrementos en la producción se han producido en los tratamientos correspondientes al 2000 y 1999 y por este orden, donde se ha incrementado también el porcentaje de árboles con una muy buena producción. Puede observarse que la producción de los árboles podados en el 2000 se encuentra al mismo nivel que los podados en1999, 1998 y 1996.

A diferencia de los resultados encontrados en otros trabajos (Porras, 1998, Vázquez, 1998), en los que la poda disminuye la producción, al menos durante los tres primeros años, la poda realizada en la finca no parece disminuir la producción. Parece ser clave pues el tipo de actuación realizado sobre los árboles. La poda es uno más de los factores que parece estar influyendo positivamente en la producción, pero las variaciones interanuales y entre individuos son mayores (Healy *et al.*, 1999). La envergadura del arbolado sigue siendo un factor que influye en la producción (Carbonero *et al.*, 2002): las menores producciones se encuentran en la parcela podada en 1994, pero no es el único.

En cuanto a la morfología, se observa un mayor grosor del fruto recogido en la campaña 2002-2003 frente al recogido en el 2001-2002: es posible que las abundantes lluvias al comienzo de la montanera hayan ayudado a esto. Los mayores valores de longitud, siguen encontrándose en la parcela podada en el 2000 por lo que quizás la poda de mantenimiento propicie una redistribución de los recursos del árbol hacia las ramas en producción, provocando este efecto. Se encuentra un menor tamaño de bellota en el fruto recogido del 15-30 de Octubre del 2003. Es posible que la alta incidencia de perforadores este año, provocara que el fruto caído en esta fecha no estuviera completamente desarrollado.

Conclusiones

La producción media de los árboles podados en 1999 es la mayor de toda la finca, y la producción media de los árboles podados en el 2000 se encuentra al mismo nivel que los podados en 1999, 1998 y 1996. Una limpia suave como la realizada en la finca no parece perjudicar la producción, ni a mejorarla tampoco a la luz de los datos recogidos. En cualquier caso las fuertes variaciones en producción entre individuos (asincronía de la producción y genética), y entre campañas (vecería), ambas características típicas de las producciones de *Quercus*, son superiores a las variaciones que puedan ser debidas a las condiciones climáticas y a la poda.

La poda sigue teniendo efecto en la morfología del fruto dos años después de su realización. En la morfología tiene también una fuerte importancia la climatología al inicio de la montanera, ya que posibilita una correcta maduración final del fruto.

Agradecimientos

A D. Juan Silva, propietario de la finca y Manolo su encargado por su colaboración e interés. Este trabajo ha sido financiado por los proyectos 1FD97-0911 y AGL 2002-00530.

Referencias bibliográficas

CARBONERO, M.D., FERNÁNDEZ, P., NAVARRO, R., 2002. Evaluación de la producción y del calibre de bellotas de *Quercus ilex* a lo largo de un ciclo de poda. Resultados de la campaña 2001-2002. *Actas de la XLII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos*, 633-638.

HEALY, W.M.; LEWIS, A.M.; BOOSE, E.F.,1999. Variation of red oak acorn production. *Forest Ecology and Management*, **116**, 1-11.

KAZUHIKO, M., HAJIME, S., 2002. Acorn production by Kashiwa oak in a coastal forest under fluctuating weather conditions. *Can. J. For. Res.*, **32**, 9-15.

NAVARRO, R., FERNÁNDEZ, P.,2000. *El síndrome de la seca del encinar*. Fundación Ricardo Delgado Vizcaíno, 165 pp. Pozoblanco (España).

PORRAS, C.J., 1998. Efecto de la poda de la encina (*Quercus rotundifolia Lam.*) en los aspectos de producción y en el del grosor de las bellotas. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos*, 381-384.

VÁZQUEZ, F., 1998. Producción de Bellotas en *Quercus*.I. Métodos de estimación. *Solo Cerdo Ibérico*, **Octubre**, 59-66.

EFFECT OF OAK PRUNING *QUERCUS ILEX* L. SUBSP. *BALLOTA* (DESF) SAMP ON PRODUCTION AND SIZE OF THE ACORNS ALONG 2001-2002 AND 2002-2003

SUMMARY

Current work tries to quantify the effect of holm oak pruning on the production and size of acorns during years 2001-2002 and 2002-2003. To get these aims, it was choosed several trees that were pruned in different years: 2000, 1999, 1998, 1996 and 1994.Production of the pruned trees in 2000, 1999, 1998 and 1996 is at the same level. that the pruned plots in 1999, 1998 and 1996. A light pruning does not reduce the production but does not increase it too. In any case, production changes between trees and years (typical characteristics of *Quercus*) are stronger than production changes because of weather and pruning.

Keywords: dehesa, holm oak.

COMPORTAMIENTO DEL OVINO EN PASTOREO EN UNA REPOBLACIÓN DE ENCINAS. RESULTADOS PRELIMINARES

A. Blázquez, P. Fernández Rebollo, R. Fernández Rebollo y M.D. Carbonero

Departamento de Ingeniería Forestal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14080 Córdoba (España).

Resumen

Se estudió el comportamiento de ovino de raza merina mientras pastoreaban tres parcelas repobladas de encina con diferente tratamiento de la cubierta herbácea. Se eligieron siete hembras vacías por parcela y se registraron cada cinco minutos la posición y la actividad, en intervalos de una hora para cada grupo, uno por la mañana y otro por la tarde. Las ovejas dedicaron la mayor parte de su tiempo al consumo de herbáceas (62 %), a observar (13 %) y a rumiar (12 %), mientras que en muy pocas ocasiones consumieron leñosas (2 %). El consumo de herbáceas y los desplazamientos se produjeron principalmente en las primeras horas de pastoreo mientras que durante la tarde se dedicaron principalmente a la rumia y a sestear. El consumo de leñosas fue irregular a lo largo del día y mayor en las parcelas con mayor porcentaje de leguminosas.

Las ovejas recorrieron distancias cortas en pastoreo, con diferencias significativas entre parcelas y sobre todo entre las sesiones de mañana y las de tarde.

Palabras clave: oveja, actividad, desplazamiento, *Quercus ilex*, hábito alimentario.

Introducción

El Programa de Forestación de Tierras Agrarias en Andalucía ha transformado numerosas explotaciones situadas en tierras agrarias marginales y con bajo potencial productivo. Este programa no sólo contempla el establecimiento de la plantación sino también su mantenimiento, que cuenta con ayudas económicas hasta el quinto año. La competencia por el agua y los nutrientes entre la vegetación herbácea y el repoblado es la principal causa de pérdidas y de bajos crecimientos de la planta forestal. El pastoreo ha sido siempre objeto de exclusión en las repoblaciones forestales y sin embargo el ganado puede ser una herramienta eficaz para el control de la competencia herbácea vigilando el tipo de animal, la carga ganadera, el tiempo y la época de pastoreo. Con este trabajo se ha pretendido conocer el patrón de comportamiento en pastoreo de ovejas de raza merina en una repoblación forestal de encina, la magnitud de los daños que pueden infligir al arbolado y la influencia que pueden tener el tipo de pasto herbáceo.

Material y métodos

Esta experiencia se desarrolló en una repoblación forestal con encina, *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp., en el Centro de Investigación y Formación Agraria de Hinojosa del Duque, Córdoba. La parcela tenía una superficie total de tres hectáreas y contaba con 325 pies, de entre cuatro y nueve años de edad, plantados a un marco cuadrado de nueve metros. Esta parcela se divi-

dió en tres subparcelas, de aproximadamente una hectárea, y en cada una de ellas se realizó, en octubre de 2001, un tratamiento diferente a la cubierta herbácea: parcela A, se mantuvo como control; parcela B se laboreó y se fertilizó con superfosfato de calcio al 18 %, 70 U.F. por hectárea; parcela C, se laboreó y se fertilizó de igual forma y se realizó una siembra de pastos: 15 kg por hectárea de una mezcla de *Trifolium subterraneum* L. ('DALKEITH', 'DALIAK', 'JUNEE' y 'SEATON PARK'), y 3,5 kg por hectárea de una mezcla de *Ornithopus compresus* L. cv 'TAURO' y *Ornithopus sativus* Brot. cv 'CADIZ'. Antes de las sesiones de pastoreo se muestreó la biomasa herbácea en pie, utilizando el método del rango (Martín *et al.*, 1982) y de composición botánica mediante métodos puntuales.

Para las sesiones de pastoreo se eligieron 21 ovejas de raza merina , vacías o en las primeras semanas de gestación, que se agruparon en tres lotes diferentes. Dos días antes del comienzo de las sesiones se encerró a las ovejas en tres corrales provisionales próximos entre sí, con agua y paja a libre disposición, siendo alimentadas siempre por la misma persona y manteniendo la misma vestimenta exterior que se utilizaría durante las observaciones para evitar la desconfianza de los animales. En cada una de las parcelas se colocó un comedero con paja al que los animales podían acceder fácilmente.

El estudio del comportamiento se realizó entre los días 10 y 15 de abril de 2002. Las ovejas permanecían en las parcelas entre las 9:30 y las 17 horas. Cada cinco minutos se anotó la actividad a la que se dedicaba cada uno de los siete animales del lote, distinguiéndose entre: comiendo hierba, comiendo ramón, mirando, moviéndose, rumiando y sesteando. Al mismo tiempo se anotaba la posición en que se encontraba, usando como sistema de coordenadas los cuadrados de repoblación (de nueve por nueve metros) que se dividieron a su vez en nueve cuadrantes de tres metros de lado de tal forma que la posición se anotó con una precisión de ± 1,5 m. Las observaciones comenzaban a las 10 horas y terminaban a las 16. Se dividieron en seis periodos permaneciendo una hora con cada lote y pasando después al siguiente, siguiendo siempre el mismo orden pero comenzando cada día por un lote distinto, de tal forma que a los tres días se contó con un registro completo de la actividad dentro del intervalo de mediciones (10 a 16 horas). De este modo se distinguió también entre periodos de mañana, los que comenzaban a las 10, 11 y 12 horas, y periodos de tarde, los que comenzaban a las 13, 14 y 15 horas. Las observaciones se realizaron con prismáticos y desde una distancia aproximada de 30 metros, sin moverse del lugar de observación o sin hacerlo de forma brusca cuando era necesario, y siempre entre tres y cuatro minutos antes de la anotación de la actividad.

Los datos se trataron con el software Statistica 5.1, tomando como factores la parcela de tratamiento, el día de observación, el intervalo del día y sus interacciones; y como variables el porcentaje de tiempo dedicado a cada actividad y la distancia total recorrida.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos del muestreo de biomasa y de composición florística previos a las sesiones de pastoreo quedan reflejados en la tabla 1.

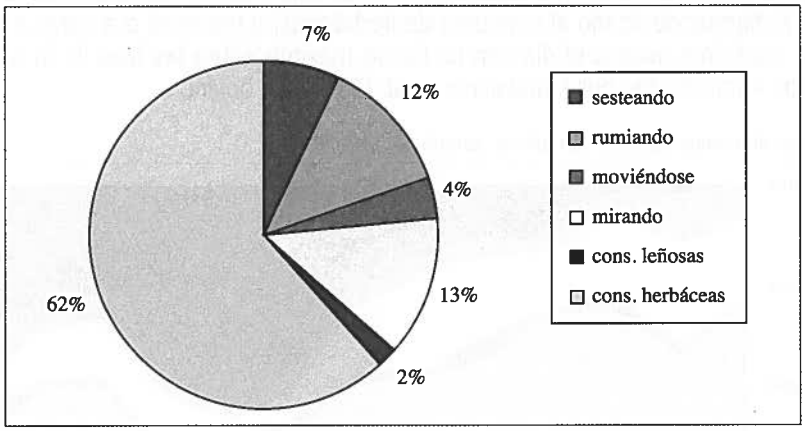
Tabla 1: Datos descriptivos de las parcelas: tratamiento, biomasa (Kg de materia seca por hectárea) y composición florística.

Parcela	Tratamiento	Biomasa (Kg MS/ ha)	% leguminosas	% gramineas	% otras
A	Control	5507	45	25	30
B	Abonado	4258	10	52	37
C	Abonado + Siembra	2787	40	28	32

Durante las seis horas que duraban las observaciones, las ovejas dedicaron la mayor parte del tiempo (62 %) al consumo de herbáceas mientras que el tiempo dedicado al consumo de leñosas fue poco relevante (2 %), tal y como puede verse en la figura 1. Otras actividades a la que los ani-

males dedicaron gran parte de su tiempo fueron a mirar y a la rumia, seguidas de la siesta y los desplazamientos.

Figura 1: Porcentaje de tiempo dedicado a cada actividad.



En ovinos en libertad, con acceso a las zonas de pastoreo durante todo el día, el porcentaje de tiempo dedicado a la alimentación es algo menor (Arnold, 1981; Marijuán *et al.*, 2002). Probablemente, al disponer de un periodo más corto, los animales ajustaron sus patrones de ingestión para aprovechar al máximo las siete horas que permanecían en las parcelas.

Por otra parte el pastoreo en una zona nueva y agrupadas en pequeños lotes, que mantenían contacto visual, pudo motivar valores tan altos en el tiempo en que permanecían alerta, mirando a las ovejas de las otras parcelas o a cualquier ruido extraño.

Cuando se compararon entre sí las distintas parcelas se encontraron diferencias en el tiempo dedicado a las distintas actividades por cada uno de los lotes excepto para el movimiento, en el que las diferencias no son significativas (tabla 2). El consumo de hierba en la parcela A fue significativamente menor que en la B lo cual podría deberse a varios factores como una mayor biomasa en la oferta (tabla 1), que evitaría pérdidas de tiempo en selección, o una posible mayor digestibilidad de las especies sembradas frente a las autóctonas, que llevaría también a una mayor ingesta.

Tabla 2: Porcentaje de tiempo de pastoreo dedicado a cada actividad según los tratamientos dados al pasto. Diferencias significativas entre medias para p<0,05. ES (Error estándar de la media)

	Com. hierba		Com. ramón		Mirando		Moviéndose		Rumiando		Sesteando	
Parc.	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
A	57,51[a]	2,70	2,33[a]	0,51	16,77[a]	1,79	3,52[a]	0,75	14,78[a]	2,33	5,10[a]	1,17
B	60,26[ab]	3,41	0,39[b]	0,22	8,61[b]	1,60	4,15[a]	0,84	16,18[a]	2,46	8,85[b]	2,09
C	66,22[b]	2,53	3,19[a]	0,73	11,88[b]	1,44	4,64[a]	0,74	6,53[b]	1,31	7,53[ab]	1,79

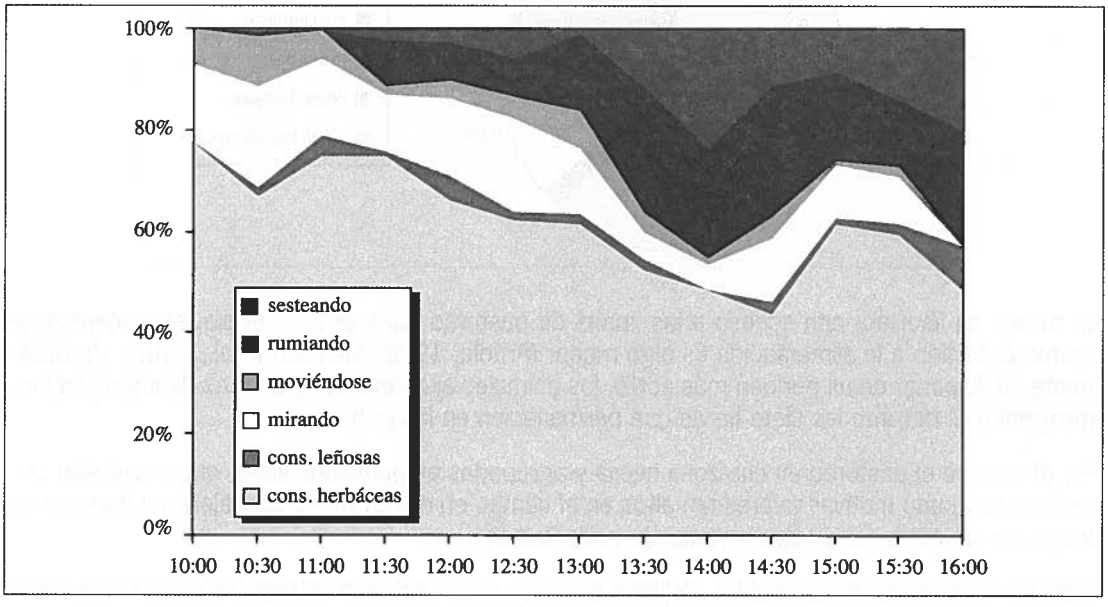
En la parcela A las ovejas se dedicaron a mirar a los otros dos lotes gran parte del periodo de pastoreo, probablemente por estar más separadas ya que los otros se mantenían próximos entre sí aunque separados por la cerca.

El tiempo dedicado al consumo de ramón fue menor en la parcela B que en las otras dos parcelas, pudiendo deberse a la menor presencia de leguminosas que llevaría a una ingesta más pobre en nitrógeno. En cuanto a la conducta ramoneadora de las distintas ovejas se observó que en la parcela C todas las ovejas ramonearon, cuatro de ellas en más de seis ocasiones, ocurriendo de forma similar en la parcela A , mientras que en la parcela B la mayor parte de los animales no superó las dos ocasiones con algunos casos en los que ni siquiera tocaron las encinas. Arnold

(1981) cita la gran diferencia encontrada entre individuos a la hora de seleccionar la dieta que repercute directamente en la conducta del animal.

El patrón diario de comportamiento seguido por el conjunto de los animales puede observarse en las figura 2. El tiempo dedicado al consumo de herbáceas, a moverse o a mirar a su alrededor va decreciendo conforme avanza el día con un nuevo máximo sobre las tres de la tarde, resultados similares a los encontrados por Mandaluniz *et al.* (1998) en bovino.

Figura 2: Patrón de comportamiento durante el periodo de pastoreo.



Al comparar los dos intervalos de observaciones, mañana y tarde, vemos como estas diferencias son significativas, con un amplio periodo de rumia y sesteo en el segundo intervalo (tabla 3).

Tabla 3: Porcentaje de tiempo de pastoreo dedicado a cada actividad según el intervalo de medida, mañana (I) o tarde (II). Diferencias significativas entre medias para p<0,05.

	Com. hierba		Com. ramón		Mirando		Moviéndose		Rumiando		Sesteando	
Inter.	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
I	69,50[a]	1,93	2,11[b]	0,44	16,26[a]	1,45	5,23[a]	0,75	4,53[a]	0,85	2,29[a]	0,90
II	53,15[b]	2,54	1,83[b]	0,46	8,59[b]	1,14	2,97[b]	0,47	20,47[b]	2,06	12,04[b]	1,65

El tiempo dedicado al consumo de leñosas, sin embargo, resultó indiferente al intervalo de estudio, presentando un patrón irregular a lo largo del día tal y como puede verse en la figura 3. Arnold (1981) cita algunos trabajos en los que los animales parecen seleccionar más durante las últimas horas del día dedicándose durante la mañana a una ingesta rápida y poco selectiva, sobre todo cuando se han mantenido a dieta durante la noche. Este comportamiento es similar al observado en esta experiencia, donde las ovejas dedican el escaso tiempo del que disponen a una rápida ingesta de hierba.

Comparando el tiempo dedicado a cada actividad para cada uno de los tres días de estudio solo se observaron diferencias significativas en el tiempo dedicado al consumo de herbáceas y en la rumia (tabla 4). El tiempo que permanecieron consumiendo herbáceas aumentó progresivamente conforme avanzaba el ensayo, pudiendo indicar un ajuste de la ingesta de los animales a un nuevo ritmo de pastoreo.

Figura 3: Ocasiones en que se consumen leñosas en cada parcela a lo largo del día.

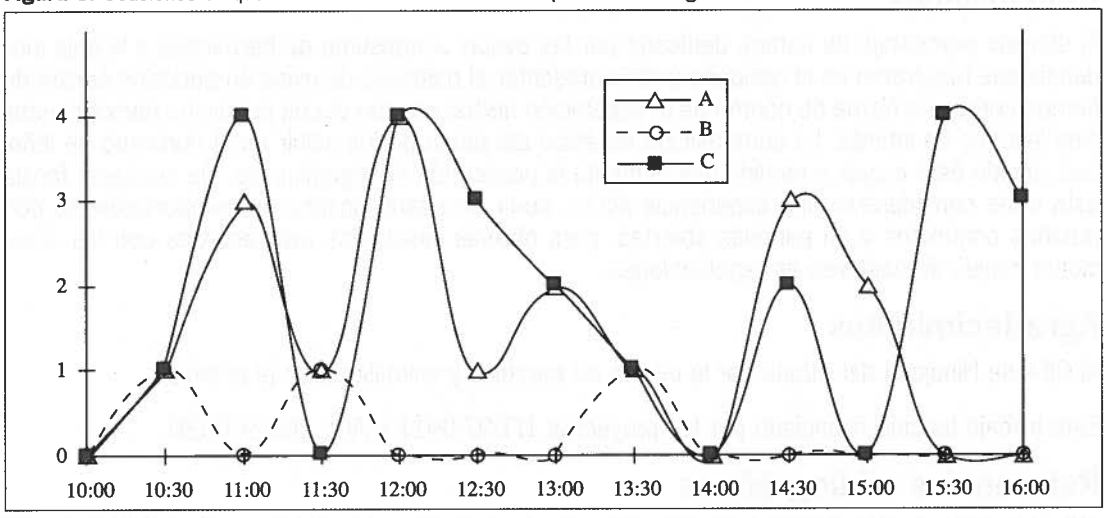


Tabla 4: Porcentaje de tiempo de pastoreo dedicado a cada actividad según el día. Diferencias significativas entre medias para p<0,05.

	Com. hierba		Com. ramón		Mirando		Moviéndose		Rumiando		Sesteando	
Día	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES	Media	ES
12	55,78[a]	4,23	3,68[a]	1,03	13,46[a]	1,99	3,46[a]	0,76	18,85[a]	3,37	4,76[a]	1,49
13	68,40[b]	2,42	1,73[a]	0,56	14,29[a]	2,30	4,33[a]	1,08	7,58[b]	1,96	3,68[a]	1,39
14	68,48[b]	2,57	1,76[a]	0,66	9,32[a]	1,92	2,26[a]	0,77	13,39[ab]	2,61	4,80[a]	1,66

Las interacciones entre los tres factores estudiados, parcela, intervalo y día, también mostraron ser significativas.

Los animales no se desplazaron mucho, permaneciendo durante todos los días que duró el ensayo en las mismas zonas de las parcelas. Las mayores distancias se encontraron en la parcela A , con diferencias significativas entre las tres parcelas de tratamiento (Tabla 5). El factor día también arrojó diferencias, desplazándose más el día 13. Las mayores diferencias se encontraron al comparar los intervalos de mañana y tarde. Las ovejas recorrieron más del doble de distancia a primera hora del día, coincidiendo con el mayor consumo de herbáceas, mientras que por la tarde se dedicaron a reposar.

La distancia recorrida no es muy elevada, equivaliendo en el mejor de los casos a unos 60 metros por hora, ampliamente superada por los más de 120 m por hora encontrados por Marijuán *et al.* (2002) en pastoreo libre. La abundancia de alimento pudo ser el principal condicionante para la mayor pasividad de las ovejas, lo que explicaría también que en la parcela C, donde la biomasa herbácea era menor, los desplazamientos fueran mayores.

Tabla 5: Distancia (m) recorrida según parcela y día (duración: dos horas) o según el intervalo de medición, mañana (I) o tarde (II), (duración: una hora). Diferencias significativas entre medias para p<0,05.

Parcela	Media (*)	ES	Día	Media (*)	ES	Intervalo	Media (*)	ES
A	106,10 a	8,52	**12**	95,67 a	3,23	**I**	72,02[a]	7,99
B	91,68 b	4,23	**13**	125,26 b	4,79	**II**	34,08[b]	1,55
C	122,69 c	6,30	**14**	99,54 a	9,74			

Conclusiones

El elevado porcentaje de tiempo dedicado por las ovejas al consumo de herbáceas y la baja incidencia que mostraron en el ramoneo podría presentar al pastoreo de ovino en periodos cortos de tiempo como una forma de control de la vegetación herbácea, con pocos perjuicios para las especies leñosas de interés. La composición botánica del pasto podría influir en el consumo de leñosas, siendo éste mayor a medida que aumenta la proporción de leguminosas. De cualquier forma esta debe considerarse una experiencia piloto, sería necesario analizar el comportamiento con rebaños completos y en parcelas abiertas, para obtener resultados más acordes con las situaciones reales de pastoreo en repoblaciones.

Agradecimientos

Al CIFA de Hinojosa del Duque por la cesión de parcelas y animales para el ensayo.

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos 1FD97-0911 y AGL 2002-00530.

Referencias bibliográficas

ARNOLD, G.W., 1981. Grazing Behaviour. En: *Grazing animals*, 79-104. Ed. A. NEIMMANN-SORENSEN, D.E. TRIBE. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam (Holanda).

MANDALUNIZ, N.; OREGUI, L.M.; RUIZ, R., 1998. Actividad del vacuno en pastoreo en el Macizo del Gorbea, datos preliminares. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 373-376.

MARIJUÁN, S.; MANDALUNIZ, N.; RUIZ, R.; OREGUI, L.M., 2002. Utilisation of mountain pastures by dairy ewes: eastern Basque Country situation (*en prensa*).

MARTÍN, M.; LOPEZ, T.; MARTÍN, J.; MORENO, V.; GONZÁLEZ, J., 1982. El método de los rangos para la evaluación de la disponibilidad de materia seca en pastos naturales y mejorados. *Anales del INIA/ Serie Agrícola*, **17**, 77-89.

BEHAVIOUR OF GRAZING EWES IN AN HOLM OAK AFFORESTATION. PRELIMINARY RESULTS

SUMMARY

Grazing behaviour of ewes in an holm oak afforestation was studied in three parcels with a different grassland treatment. Ewes dedicated most of their time to the consumption of herbaceous (62%), to watch (13 %) and to ruminate (12 %), whereas in very few occasions browsed holm oak (2%). Displacements and grazing of herbaceus stratum took place mainly in the first times of observation whereas in afternoon they were dedicated mainly to ruminate and to sleep. Browsing was irregular along the day and more intense in parcels with a higher legumes content. Ewes covered short distances with significant differences between parcels and mainly between the sessions morning and afternoon.

Key words: sheep, diurnal patterns, movement, *Quercus ilex, feeding habits.*

SISTEMAS DE PASTOREO Y PRESIÓN SOBRE EL TERRITORIO EN ESPACIOS PROTEGIDOS DE CANARIAS

J. Mata, L.A. Bermejo, P. Mata, L. Bethencourt y A. Camacho

Área de Producción Animal. Departamento de Ingeniería, Producción y Economía Agraria. Universidad de La Laguna. Carretera de Geneto s/n. La Laguna. Tenerife. 38201. España.

Resumen

En este trabajo se han investigado cuales son los factores relacionados con los niveles de presión de la ganadería caprina en 4 espacios protegidos de Canarias. A partir de los datos obtenidos de la entrevistas al conjunto de los ganaderos de estas zonas, se ha realizado la matriz de correlación entre las variables más importantes, para detectar cuales son los principales elementos que influyen sobre la configuración de la carga ganadera promedio y sobre el número de animales por unidad de superficie (escala), así como la relación de estas variables con la estructura del uso de los recursos, es decir con la importancia relativa de los pastos y la suplementación en los sistemas de producción caprina. De esta forma detectamos cuales son las variables más importantes en el establecimiento de su estrategia del uso de los recursos.

Palabras clave: Caprino, carga ganadera, uso de recursos.

Introducción

En el año 1997 se realizan en Canarias los primeros estudios relacionados con la evaluación del impacto medioambiental que los sistemas pastoriles tienen sobre determinados espacios protegidos. Estos trabajos se desarrollan en el marco de distintos convenios de colaboración establecidos entre la Consejería de Medioambiente y Política Territorial del Gobierno de Canarias y los Cabildos Insulares de la Isla de Tenerife y de La Gomera con la Universidad de La Laguna y son fruto de la necesidad que tienen los gestores de estos Espacios de dar solución y respuesta a los problemas generados por los cambios en los usos tradicionales del territorio (Bermejo y Mata, 2001). En esta comunicación se analiza la estructura de las explotaciones y los factores que intervienen modulando la presión que la actividad ganadera ejerce sobre el territorio en términos de demanda de nutrientes.

Material y métodos

El trabajo de campo se ha realizado en 4 espacios protegidos ubicados en las islas de Tenerife y La Gomera, analizándose un total de 16.824 ha caracterizadas por una alta variabilidad orográfica, climática y botánica, como ocurre con el resto del territorio en las Islas Canarias (Fernández y Esquivel, 2001).

La metodología para la determinación de la estructura de los sistemas de producción se realiza mediante la entrevista directa a los ganaderos. El análisis de los sistemas de producción se basó en la realización de 49 entrevistas que combinan las preguntas cerradas con las preguntas abier-

tas, con el objetivo de dar pie a la discusión y a la incorporación de información no prevista de antemano. A partir de los datos de manejo de las explotaciones se deduce la presión sobre el territorio. La determinación de las zonas de pastoreo se realizó mediante la observación y mapeo individual con los ganaderos realizando los recorridos habituales del ganado. Una vez conocidos los límites individuales de las zonas de pastoreo se digitalizaron con el programa Autocad y posteriormente el análisis geográfico se realizó con el programa de Sistemas de Información Geográfica (SIG) Arc View©.

Las variables utilizadas para el cálculo de la presión sobre el territorio son: i) la *carga ganadera promedio anual* (mensual), que se corresponde con la presión ganadera, una vez sustraída la suplementación, y es una medida de la demanda de nutrientes del ganado sobre el territorio y ii) la *escala promedio* que se define como la cantidad de animales por unidad de superficie y es una medida de la presión física sobre el territorio. Al mismo tiempo se determino la estructura del uso de los recursos, dividiéndolos, en función de su origen, en: i) Pastos, ii) recursos propios (alimentos adquiridos en la zona o en la propia explotación, tales como subproductos agrícolas) y iii) recursos externos (alimentos adquiridos en el mercado).

El cálculo de la carga ganadera se realizó mediante la transformación de las necesidades animales y la alimentación suplementaria a la misma unidad, según la metodología de Paladines (1992). Las necesidades utilizadas para el cálculo son las energéticas por ser éste el factor más limitante del mantenimiento y la producción (Jarrige, 1990). Todas las variables de carga ganadera se expresan en Unidades Animales, siguiendo el animal tipo propuesto por Holechek et al. (1995) y adaptándolo para determinar sus necesidades en base a los datos aportados por el INRA (Jarrigue, 1990). Las necesidades de mantenimiento son calculadas, para el caprino según el patrón racial para la Agrupación Caprina Canaria (Capote 1999), y para el ovino según el patrón de la Raza Canaria (Delgado y Fresno, 1997). Las necesidades de mantenimiento se incrementan en un 50% para incluir los gastos energéticos correspondientes a la locomoción por pastoreo, de acuerdo con la propuesta de INRA. El procesado y análisis de los datos se ha hecho con los programas Microsoft Access y Statistics.

El análisis de datos realizado mediante la matriz de correlación entre las variables de estructura, uso de los recursos y presión sobre el territorio.

Relatos y discusión

El tamaño promedio encontrado por explotación fue de 55,7 hembras reproductoras con una reposición media de 24 % y un ratio sexual (hembras por macho) de 17,35. Se observó una importancia destacada, en términos de aportes de energía, de los insumos (μ = 54 % de las necesidades totales, con σ = 25), si bien los pastos se manifestaron como básicos en la configuración de los sistemas de producción. La suplementación, mediante insumos, se basa en la adquisición de alimentos concentrados, suponiendo una media del 51 % de las necesidades totales y un 94 % de lo comprado.

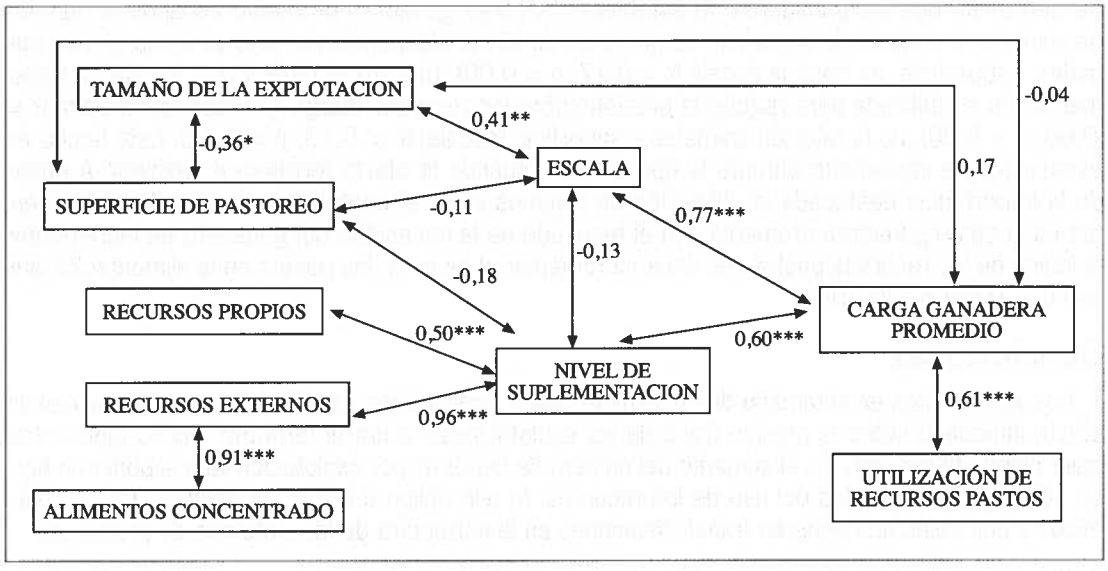
El tipo de pastoreo predominante es el continuo, es decir el que utiliza una sola zona de pastoreo que es aprovechada durante todo el año. Se observó que el sistema estacional tradicional en Canarias (utilización de ecosistemas de zonas altas, productivos en verano y de zonas de costa, productivos en invierno), quedaba reducido a un conjunto residual de explotaciones y por tanto del censo total de animales. En cuanto a la superficie por explotación se encontró una media de 113,97 Ha por explotación con una elevadísima heterogeneidad (σ = 126,77 Ha).

Tanto el tamaño de las explotación (número de hembras reproductoras), como la suplementación y la superficie de pastoreo configuran un nivel de presión sobre el territorio que se materializa en la carga ganadera promedio y en la escala promedio. Los datos obtenidos reflejan una elevada diversidad de situaciones (Tabla 1).

Tabla 1: Estadísticos descriptivos de la Carga Ganadera promedio y la Escala Promedio por explotación.

	Carga Ganadera Promedio	Escala Promedio
μ	0,17	0,38
σ	0,19	0,39

Figura 1: Correlación entre las variables que configuran la carga ganadera promedio.



Como se observa en los índices de correlación (Figura 1), el incremento en el tamaño de las explotaciones implica un incremento ligeramente significativo de la superficie de pastoreo (r = 0,36, p = 0,02), de lo que se deduce que es el número de hembras reproductoras y no la suplementación (r = -0,18, p = 0,22) lo que determina de una manera más clara la superficie utilizada en pastoreo. Es decir, que el ganadero al aumentar el número de hembras reproductoras se ve obligado a aumentar, en cierta medida, la superficie de las zonas de pastoreo, pero no lo suficiente como para evitar el incremento de la presión sobre el territorio (existe una relación significativa entre el tamaño y la escala; r = 0,41, p = 0,01), con lo cual incrementos en el tamaño suponen incrementos en la presión sobre el territorio, que no trata de ser contrarestada con la utilización de alimentación suplementaria. Esto solo coincide en parte, con lo encontrado por Escribano et al. (2001), que observan, en las explotaciones en dehesa, una correlación muy significativa entre la superficie y el tamaño de las explotaciones, lo que implica que para aumentar el tamaño los ganaderos aumentan las dimensiones de las zonas de pastoreo, posiblemente debido a que en estas zonas la disponibilidad de territorio no es un factor limitante, como ocurre en Canarias.

La elevada correlación encontrada entre el índice de suplementación y el índice de recursos externos (r = 0,96, p = 0,00) indicó que el uso de recursos diferentes a los pastos está basado, de una manera clara, en la adquisición de insumos en el mercado y no en el aprovechamiento y producción local de alimentos. Se observó que el uso de alimentos concentrados tienen un papel relevante en la intensificación, ya que el incremento de suplementación se realiza en base a la adquisición de concentrados (r = 0,91, p = 0,00), lo que implica que los alimentos forrajeros (de los recursos pastos) no son sustituidos por recursos forrajeros externos o propios sino por alimentos concentrados. El elevado coste de alimentación de las explotaciones (Castañón y Flores, 1993) debido en gran medida a los alimentos forrajeros, explicaría la sustitución de pastos por concentrados, recurso con una mejor relación coste – calidad (contenido en nutrientes). Esto reafirma la estrategia puesta de manifiesto por Olaizola et al. (1995) al observar que los ganaderos buscan la

combinación adecuada de recursos para disminuir los costes de producción, si bien en este caso esta estrategia está provocando la aparición frecuente de acidosis ruminal crónica (Elejabeitia, 1997). En este sentido, si la estrategia de trashumancia o pastoreo estacional supone la disminución de la dependencia de los recursos (Olaizola et al., 1995), el proceso que se está dando en Canarias, al pasar del pastoreo estacional tradicional al pastoreo continuo (Bermejo y Mata, 2000), supone un proceso de incremento del uso de recursos externos y por lo tanto de la dependencia.

Se determinó que los ganaderos no establecen la carga ganadera promedio variando el número de animales o variando la superficie de pastoreo de forma independiente, sino variando el ratio animales – superficie, es decir la escala ($r = 0,77$; $p = 0,00$). Una vez establecida la escala, la suplementación es utilizada para regular la presión sobre los recursos (carga ganadera promedio) ($r = -0,60$, $p = 0,00$), no la relación animales – superficie (escala) ($r = -0,13$; $p = 0,42$). Este hecho es especialmente importante durante la época seca, cuando la oferta forrajera es mínima. A pesar de la importancia destacada la utilización de insumos en la alimentación animales, los incrementos en la carga ganadera promedio son el resultado de la necesidad del ganadero de incrementar el índice de los recursos pastos, es decir incrementar el peso de los pastos en la alimentación animal ($r = 0,61$; $p = 0,00$).

Conclusiones

1. Los incrementos en el tamaño de las explotaciones, provocados por diferentes causas, tienen un efecto inmediato sobre la presión física de las explotaciones sobre el territorio. Por lo tanto, cualquier elemento que induzca el aumento del número de hembras por explotación va a suponer un riesgo sobre la sostenibilidad del uso de los recursos, lo que obliga a vigilar los cambios socioeconómicos y culturales que generen transformaciones en la estructura de los sistemas de producción.

2. El incremento de la alimentación basada en los recursos externos, no es consecuencia de una desvinculación progresiva del territorio, sino que se trata de una estrategia para superar la época seca al pasar de un sistema de pastoreo estacional, que permitía el aprovechamiento de ecosistemas productivos en verano, a un sistema continuo. Este proceso está provocando el incremento de la dependencia del mercado.

3. El desarrollo ganadero de las zonas de estudio no tienen una influencia significativa sobre la producción local de forrajes y otros alimentos para el ganado, lo que no lo destaca como motor del desarrollo agrícola en estos espacios, tal como ocurre en otras zonas.

Referencias bibliográficas

BERMEJO, L.A.; MATA, J., 2000. Los recursos naturales en los sistemas de producción animal. Introducción a las metodologías de evaluación. En: *I Curso Internacional sobre la Conservación y utilización de las razas Animales Locales en Sistemas de Explotación Tradicionales*. Córdoba (España).

CAPOTE, J., 1999. Efecto de la frecuencia de ordeño en las características morfológicas, productivas y de facilidad de ordeño en cabras de las Agrupación Caprina Canaria. Tesis Doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 238 pp. Las Palmas de Gran Canaria (España).

CASTAÑÓN, J.I.; FLORES, M.P., 1993. Alimentación de ganado caprino. *Textos del 1er Curso de Ganado Caprino*. Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Gobierno de Canarias. 137 pp. Las Palmas de Gran Canaria (España).

DELGADO, J.V.; FRESNO, M., 1997. La explotación ovina en Canarias. Aspectos raciales, situación actual y perspectivas de futuro. En: *XXII Jornadas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*, 265 – 280. (España).

ELEJABEITIA, N., 1997. *La alimentación de las cabras*. Cabildo Insular de Tenerife. Hoja Divulgativa No 7, 25 pp. Santa Cruz de Tenerife (España).

ESCRIBANO, M.; MESÍAS, F.J.; RODRÍGUEZ DE LEDESMA, A.; PULIDO, F., 2001. Relación entre el tamaño de explotación y lo niveles de presión ganadera en sistema de producción ovina en dehesas. *Livestock Research for Rural Development* **(13) 3**. www.cipav.org.co. Cali (Colombia).

FERNÁNDEZ – PALACIOS, J.M.; MARTÍN, J.L., 2001. Las Islas como experimento de laboratorio. En: J.M., FERNÁNDEZ – PALACIOS; J.L., MARTÍN. *Naturaleza de las Islas Canarias. Ecología y conservación*, 39 – 44. Publicaciones Turquesa, S.L. La Laguna (España).

HOLECHECK, J.L.; PIEPER, R.D.; HERBEL, C.H., 1995. *Range management. Principles and practices*. Prentice – Hall, Inc, 526 pp. New Jersey (Estados Unidos).

JARRIGE, J., 1990. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Ediciones Mundi – Prensa. 253 – 270. Madrid (España).

OLAIZOLA, A.; MANRIQUE, E.; BERNUÉS, A., 1995. Diferenciación de sistemas forrajeros y relaciones con la economía de explotaciones ovinas. En: *XXXV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 81 – 87. Puerto de la Cruz (España).

PALADINES, O. 1992. *Metodología de Pastizales para trabajar en fincas y proyectos de desarrollo agropecuario. Serie Metodológica. Manual No. 1: Pastos y Forrajes*. MAG/GTZ. 219 pp. Quito (Ecuador).

GRAZING MANAGEMENT SYSTEMS AND PRESSURE OVER TERRITORY IN CANARY PROTECTED SPACES

SUMMARY

The research that we have carried out in this work is related to the factors that determine the pressure levels of goat livestock over 4 Canary Islands protected spaces. Beginning from data obtained by interviews carried out to livestock farmers located in those zones, we have done a correlation matrix among the most important variables, looking to know which are the main factors that have influence over the carrying capacity and over the number of animals per area, as well as the relation between these variables and the resources use.

Key Words: Goats, Stocking rate, Resources use.

ESTUDIO DE LA DEFOLIACIÓN ESPECÍFICA DEL OVINO EN PASTOREO Y SU EFECTO SOBRE LA ESTRUCTURA DE PASTOS DE PEURTO DE CANTABRIA

J. Busqué[1], B. Fernández[1], S. Méndez[1], P. Martínez[1], H. Mallavia[1], F.J. Manrique[1] y C. Zaragoza[2]

[1] Centro de Investigación y Formación Agraria. C/ Héroes 2 de mayo, 27. Muriedas, 39600 Cantabria. [2] Servicio de Investigación Agroalimentaria. DGA. Apdo. 727. 50080 Zaragoza.

Resumen

El método de los transectos lineales se utilizó para estudiar la composición botánica, estructura y selección de pastoreo ejercida por el ovino sobre pastos de puerto manejados en rotación solamente con ovejas o alternando con ganado mayor. Cinco especies vegetales características de pastos de montaña de Cantabria (*Agrostis capillaris*, *Carex* spp., *Danthonia decumbens*, *Festuca nigrescens* y *Nardus stricta*) y una especie que se comporta en los últimos años como invasora en estas comunidades (*Euphorbia polygalifolia*) acapararon la mayor superficie de pasto. Aunque no se apreció una selección positiva clara del ovino por ninguna de las especies, todas ellas salvo el cervuno (*Nardus stricta*) fueron consumidas ligeramente por encima de su proporción de cobertura en el pasto. El cervuno fue activamente rechazado en la mayor parte de los casos. La altura del pasto en oferta mostró un gradiente según la especie vegetal considerada, mientras que las hojas defoliadas fueron en general más cortas que las no defoliadas. El tipo de manejo del pastoreo con ovino, exclusivo o mixto, no afectó de forma clara a ninguna de las variables estudiadas: la composición botánica, la selección de especies por el ganado y la altura de pasto.

Palabras clave: dieta del ovino en pastoreo, Mancomunidad Campoo-Cabuérniga.

Introducción

La gestión ganadera de pastos de montaña en la Cordillera Cantábrica implica optimizar tanto la producción animal como la productividad y diversidad de las comunidades pascícolas (Osoro *et al.*, 2000). Para cubrir ambos objetivos es necesario definir variables indicadoras del estado del pasto y de su grado de aprovechamiento y transformación por los herbívoros que lo utilizan. Estas variables deben servir en el futuro como herramientas de gestión, definiendo en base a sus valores formas de manejo, intensidades de pastoreo, distribución espacial del ganado, etc. En este trabajo se presentan datos sobre tres de las variables de gestión de pastos consideradas más importantes: la composición botánica, la selección de especies por el ganado y la altura de pasto. Su interés radica en aportar información acerca de los efectos sobre el pasto de un tipo de manejo ganadero prácticamente inexistente en la actualidad en el área en estudio: pastoreo de pastos de puerto por ovino. Además, permite cuantificar la importancia de este tipo de manejo sobre el control y aprovechamiento de una especie invasora, la lecherina (*Euphorbia polygalifolia*), escasamente utilizada por el ganado mayor tradicionalmente explotado.

Material y métodos

Este experimento se encuadró dentro de un ensayo de control de la lecherina con un diseño factorial, donde se probaron métodos químicos (herbicidas), físico-culturales (desbroce, abonado y encalado) y biológicos (pastoreo rotacional con ovino, pastoreo continuo con vacuno y equino, y pastoreo rotacional secuencial con ovino seguido de vacuno y equino). Los ensayos se realizaron mediante cinco repeticiones en parcelas cerradas, de 4200 m^2, distribuidas en los pastos de puerto de Sejos, dentro de la Mancomunidad Campoo-Cabuérniga (Cantabria), con altitudes comprendidas entre los 1370 y los 1720 m.s.n.m, sobre suelos muy ácidos (pH= 4,4 ± 0.,38 d.e.), y con baja disponibilidad de nutrientes, especialmente fósforo (6,2 mg/kg ± 2,49 d.e.) y calcio (331,0 mg/kg ± 263,58 d.e.).

El pastoreo con ovino en cada parcela durante el verano de 2002 (julio a septiembre) consistió en la rotación de cuatro ovejas adultas de tronco lacho (peso vivo: 42,9 kg ± 0,38 d.e.) entre dos sub-parcelas contiguas, de 1400 m^2 cada una, correspondientes a pastoreo exclusivo con ovejas y pastoreo secuencial entre ovejas y el ganado que aprovecha normalmente las respectivas zonas de pastoreo (vacas, yeguas y en menor cuantía ciervos). La primera fecha de entrada a la subparcela de pastoreo secuencial fue el 9/7/02, y a la sub-parcela de pastoreo ovino exclusivo el 23/7/02. Antes de estas fechas las sub-parcelas permanecieron cerradas al pastoreo desde septiembre del año anterior. A los 10 días de entrar las ovejas en la subparcela de pastoreo secuencial, y a los 13 días, en la de pastoreo exclusivo (excepto en la nº 3 que se tardó 20 días), se realizaron transectos lineales del pasto para determinar su composición botánica, estructura y grado de aprovechamiento.

Los transectos lineales se realizaron sobre el área correspondiente a la combinación de tratamientos *Sin herbicida –Desbrozado– Pastoreo con ovejas* (secuencial o exclusivo). El desbroce se realizó un año antes, al inicio de verano de 2001. Los transectos consistieron en clavar verticalmente sobre la superficie del pasto una varilla de dos mm de diámetro en 100 puntos separados uno del siguiente 15 cm. y situados a lo largo de una cinta métrica. En cada punto se registraron las especies vegetales que tocaban la varilla, con la altura máxima del órgano correspondiente (hoja o flor/espiga), la fenología (vegetativo, en flor/fruto o muerto) y la incidencia o no de defoliación. Se estimó el recubrimiento de las distintas especies en cada una de las áreas de muestreo considerando cada punto de contacto de la varilla como un 1 % del espacio total de recubrimiento. En el caso de que más de una especie hiciera contacto con la varilla en un mismo punto, se repartió equitativamente el 1 % correspondiente entre el número de especies contactadas. La participación de una especie vegetal determinada en la dieta defoliación específica del ovino se determinó dividiendo el número de veces en que esa especie se registró defoliada, entre el número total de registros de hojas defoliadas.

Resultados y discusión

Composición botánica

El número de especies por transecto fue de 15,9 ± d.e. 2,42, no hallándose diferencias significativas ni entre parcelas ni entre tipos de pastoreo. Las seis especies más abundantes (*Agrostis capillaris*, *Carex* spp., *Danthonia decumbens*, *Euphorbia polygalifolia*, *Festuca nigrescens* y *Nardus stricta*) contribuyeron a más del 65 % del recubrimiento vegetal de los pastos (tabla 1), excepto en la parcela 1 con pastoreo exclusivo, en donde *Agrostis durieui* y *Deschampsia flexuosa* tuvieron una alta participación (22 %), y en la parcela 3 con pastoreo secuencial, con una cobertura importante del brezo *Erica vagans* (25 %). El tipo de pastoreo no influyó de forma significativa en los valores de recubrimiento de ninguna de estas especies.

La presencia de plantas como *Alchemilla saxatilis*, *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris* y *Juniperus communis* subsp. *alpina* en la parcela 1, así como la alta proporción de suelo desnudo (26 %), señalan una transición hacia el piso subalpino. Este se caracteriza por el incremento en la dura-

ción y crudeza de los inviernos, la presencia de litosuelos y de una vegetación arbustiva o herbácea de baja cobertura (Díaz y Fernández, 1994). Por otra parte, la parcela 3 presenta un número de especies de características más eútrofas que el resto: *Plantago media*, *Prunella grandiflora*, *Trifolium repens*. A su vez, en esta parcela se registraron valores de pH (4,9) y calcio en suelo (787 mg/kg.) por encima de la media. Laínz y Loriente (1982) ya observaron la presencia en la zona, con un sustrato en general silíceo, de un número significativo de táxones decididamente calicófilos. El resto de parcelas (2, 4 y 5) corresponden a pastizales netamente acidófilos, asimilables a la alianza altimontana orocantábrica *Nardion* (Díaz y Fernández, 1994).

Tabla 1: Contribución específica (%) al recubrimiento de las parcelas según el tipo de pastoreo realizado el año anterior (tipo de pastoreo: Mix, pastoreo secuencial mixto ovino – vacuno+equino; Exc, pastoreo exclusivo por ovino).

Parcelas	1		2		3		4		5	
Altura (m.s.n.m.)	1.721		1.585		1.378		1.438		1.479	
Especie / Tipo pastoreo	Mix	Exc	Mix	Exc	Mix	Exc	Mix	Exc	Mix	Exc
Festuca nigrescens	7,5	0	23,1	40	12	28,2	32,8	9,8	26,5	24,7
Agrostis capillaris	33	12	6,7	7,2	2,5	4,7	12,2	9,2	25,2	18,7
Carex spp.	5,5	18,8	21,3	6,8	6	15	5,3	20	0	1,8
Nardus stricta	1	0	8,8	8,2	3	12	15,8	0	2	17,2
Danthonia decumbens	0	0	15,2	2,5	7,5	12,8	5	4,5	3,5	9,8
Euphorbia polygalifolia	3	0	2,5	9,8	4,5	0	0	1	11,5	14,8
Serratula tinctoria	0	0	5,8	2	2	5,8	1,5	0	1	2,8
Hieracium pilosella	5,5	2	0,5	2,7	0	0	1,5	2	5	1,2
Jasione laevis	0,5	2	2,5	2,3	0	0	3,3	2	3,3	0,5
Genista sp.	8,5	3,5	0	0	0,5	0	0	1	0	0
Stachys officinalis	0	0	1,3	0	3,5	1	2,2	0	3	1,8
Galium saxatile	0	1,5	1	0	0	0	4,5	2	3,2	0
Avenula sulcata	0	0	0	0,5	1,5	3,5	2	0,5	3,5	0
Succisa pratensis	0	0	0,3	0	3	4,5	0	0	0	1,5
Luzula campestris	0	0	0,5	2	0	0	0	0	2	0,8
Plantago alpina	0	1	1,3	0	1	0,5	0	0	0	0

Además: *Agrostis durieui*, 15,7 en 1Exc y 12 en 2Exc; *Erica vagans*, 25 en 3Mix; *Plantago media*, 2,5 en 3Mix y 2 en 3Exc; *Alchemilla saxatilis*, 2,5 en 1Mix y 1 en 1Exc; *Vaccinium myrtillus*, 0,5 en 1Mix y 3 en 1Exc; *Trifolium alpinum*, 2,8 en 2Mix y 0,3 en 2Exc; *Astrantia major*, 1 en 1Mix y 1 en 3Mix; *Calluna vulgaris*, 1 en 1Mix y 1 en 1Exc; *Prunella grandiflora*, 0,5 en 3Mix y 1 en 3Exc; *Polygala serpyllifolia*, 0,5 en 2Mix y 0,5 en 4Mix; *Carum verticillatum*, 0,3 en 2Mix y 0,3 en 2Exc; *Juniperus alpina*, 2 en 1Mix; *Hypericum burseri*, 1 en 1Mix; *Dianthus sp.* 2 en 1Exc; *Pedicularis sylvatica*, 0,5 en 2Mix; *Sedum sp.*, 0,8 en 2Exc; *Thymellea dendrobryum*, 1 en 3Mix, *Viola sp.* 1 en 3Mix; *Thymus britannicus*, 0,5 en 3Exc; *Rumex angiocarpus*, 1 en 4Exc; *Taraxacum sp.*, 0,5 en 3Exc y 1 en 4Mix; *Deschampsia flexuosa*, 2 en 1Mix, 6,5 en 1Exc y 23 en 4Exc; *Leontodon hispidus*, 0,5 en 2Exc,1 en 3Mix y 3,5 en 4Mix; *Anthoxanthum odoratum*, 1 en 2Mix, 1 en 5Mix y 2,7 5Exc; *Potentilla erecta*, 0,3 en 4Mix, 1 en 4Exc y 3,3 en 5Mix; *Gentiana spp.*, 1 en 1Exc, 1,5 en 4Mix y 0,3 en 5Exc; *Lotus corniculatus*, 1 en 3Mix, 0,5 en 3Exc y 0,3 en 5Exc; *Trifolium repens*, 0,5 en 3Mix, 0,5 en 3Exc y 0,5 en 5Exc.

Defoliación

El porcentaje de hojas defoliadas sobre el total de hojas en oferta mostró un valor medio de 31,2% (±10,83 d.e.). No hubo diferencias significativas según el tipo de pastoreo o la parcela, aunque en el caso de la parcela 3 con pastoreo exclusivo por ovejas este porcentaje subió hasta el 52 %, seguramente por el mayor intervalo entre la entrada del ganado y el muestreo del pasto (20 días) en este caso particular.

Todas las especies con representación alta en el pasto, menos el cervuno, fueron pastoreadas en función de su contribución al recubrimiento (Fig. 1). Las regresiones parciales del porcentaje de

hojas defoliadas sobre el porcentaje de recubrimiento para cada especie (excepto el cervuno) y tipo de pastoreo, resultaron en valores de las pendientes algo superiores a uno (tabla 2), indicando la ligera selectividad activa de las ovejas por estas especies. Comparando las pendientes mediante análisis de varianza no se observaron diferencias significativas entre especies o tipos de pastoreo. La pendiente obtenida de hacer una regresión con todos los valores de las cinco especies en cada tipo de pastoreo y número de cierre (tabla 2), resultó en una selectividad activa de las ovejas por estas especies de un 24 % superior a lo que les correspondería por su recubrimiento en el pasto.

Figura 1: Relación entre el porcentaje de recubrimiento de una especie en el pasto y el porcentaje de su contribución en la defoliación específica de las ovejas. La línea negra muestra la situación donde no existe selectividad activa.

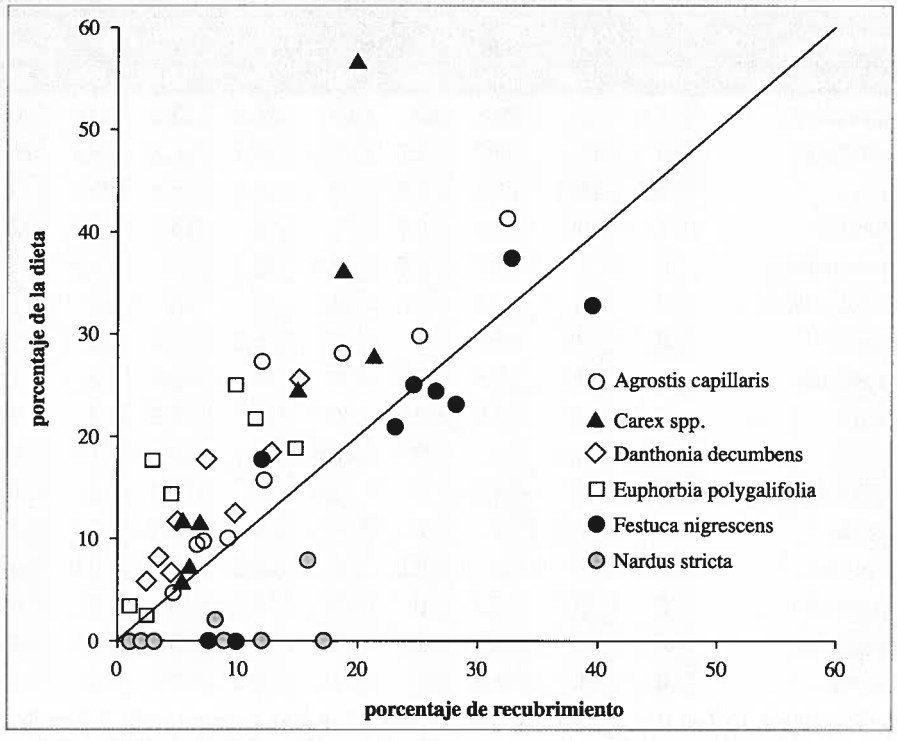


Tabla 2: Valores de las pendientes, sus errores típicos y las varianzas explicadas de las regresiones de porcentaje de defoliación sobre porcentaje de recubrimiento, forzando el origen a 0. Todas las regresiones fueron significativas ($p<0,001$).

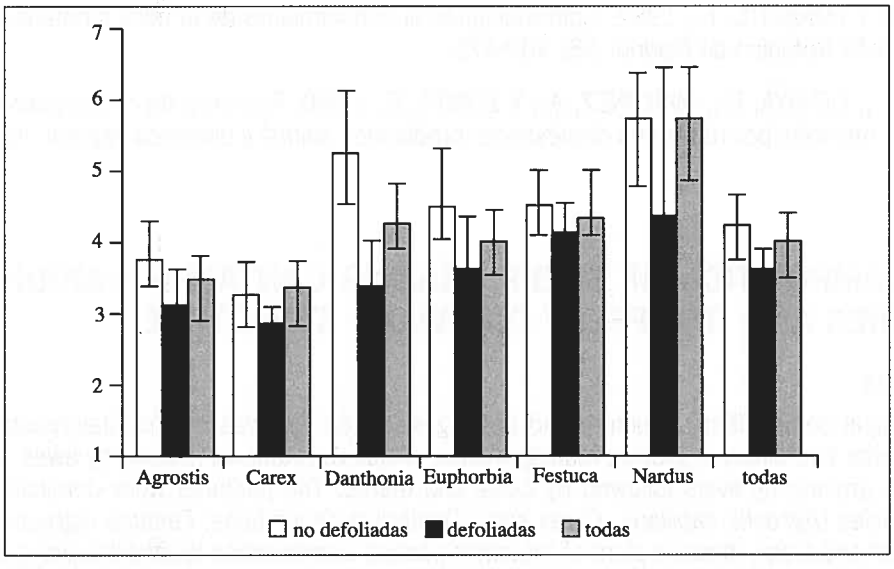
Especie	Tipo de pastoreo	Coeficiente	Error típico	R^2
Agrostis capillaris	mixto	1,24	0,043	0,99
	exclusivo	1,59	0,198	0,93
Carex spp.	mixto	1,34	0,116	0,97
	exclusivo	2,20	0,263	0,93
Danthonia decumbens	mixto	1,88	0,178	0,97
	exclusivo	1,40	0,091	0,98
Euphorbia polygalifolia	mixto	2,22	0,572	0,78
	exclusivo	1,66	0,421	0,83
Festuca nigrescens	mixto	1,02	0,109	0,95
	exclusivo	0,84	0,097	0,95
Todas las especies	Todos	1,24	0,081	0,85

El caso de la selección negativa del ovino por cervuno está bien documentada (Grant *et al.*, 1985), siendo atribuida al alto contenido de sus hojas en silicio y a la aspereza de su cutícula. En nuestro caso, debido a la escasa variabilidad en los valores de alturas, no se detectó una relación negativa entre la altura de las cinco especies apetecibles y la proporción de cervuno en la dieta. Por otra parte, teniendo en cuenta la posición aérea de los puntos de crecimiento de la lecherina, la selectividad activa y positiva que muestra el ovino hacia su consumo (Fig. 1 y tabla 2) es una primera indicación de su potencial utilidad para disminuir y mantener su población bajo un umbral mínimo.

Altura del pasto

Comparando entre sí las alturas medias de las especies más frecuentes (tabla 3), se observa que las hojas de *Nardus* alcanzaron alturas superiores al resto de las especies, siendo las diferencias significativas (p<0.,001) en todos los casos. *Agrostis* y *Carex* spp. mostraron las alturas más bajas, significativamente menores que *Festuca* y *Nardus*. *Danthonia* y *Euphorbia* registraron valores de altura intermedios entre los anteriores. El tipo de pastoreo tuvo un efecto altamente significativo (p<0,.001) en la altura general de las hojas de las especies (3,5 cm. en pastoreo mixto y 4,7 cm. en pastoreo exclusivotabla 3), aunque este efecto fue probablemente debido a que las sub-parcelas de pastoreo exclusivo con ovejas permanecieron cerradas más tiempo. No existió interacción significativa entre las especies y el tipo de pastoreo.

Figura 2: Altura de las hojas de las especies más representativas del pasto según estén o no defoliadas, o para todas las hojas. Las barras representan el intervalo de confianza al 95 %.



La altura de las hojas defoliadas fue significativamente menor (p<0,.001) a la de las hojas no defoliadas para el conjunto de todas las especies (Fig. 2). Asumiendo que en la mayor parte de los casos las ovejas sólo produjeron una defoliación por tallo durante el tiempo que llevaban ocupando las parcelas, su bocado redujo en un 19 % de media la altura de las hojas.

A pesar de la gran capacidad del ovino de ingerir hojas situadas a bajas alturas (Osoro *et al.*, 2000), aun existen plantas frecuentes en el pasto, *Hieracium pilosella* y *Jasione laevis* (tabla 1), con relaciones entre porcentaje de defoliación y porcentaje de recubrimiento muy bajas (0,4 ± d.e 0,70 y 0,3 ± d.e 0,61, respectivamente), seguramente debido a la escasa altura media de sus hojas (hojas no defoliadas: 2,4 cm. ± d.e 1,68 y 2,0 cm. ± d.e 0,92, respectivamente).

Las alturas de las especies dominantes y apetecibles del pasto (tabla 3) fueron las adecuadas para obtener productividades en ovino tan altas como en vacuno. Alturas menores son mejor aprove-

chadas por el ovino que por el vacuno (Osoro *et al.*, 2000). El hecho de que las alturas medidas no estuvieran alejadas de las máximas del año indica la idoneidad de estos pastos para el aprovechamiento con ovino. Los datos recogidos sobre el porcentaje de pasto defoliado, así como sobre la reducción de la altura por el pastoreo de ovino, proporcionan una información de partida para el futuro diseño de sistemas de manejo flexibles del pastoreo extensivo en pastos de puerto.

Conclusiones

El pastoreo con ovino afecta a corto plazo la estructura de los pastos de puerto acidófilos de Cantabria, especialmente por su selección negativa hacia el cervuno, y su selección positiva hacia la lecherina. Este comportamiento de pastoreo se muestra complementario al observado en el ganado mayor, que rechaza la lecherina y acepta el cervuno en su dieta.

Referencias bibliográficas

DÍAZ, T.E.; Y FERNÁNDEZ PRIETO, J.A., (1994). La vegetación de Asturias. *Itinera Geobotánica*, **8**, 243-529.

GRANT, S.A.,; SUCKLING, D.E.;, SMITH, H.K.;, TORVELL, L.F.; Y HODGSON, J., 1985. Comparative studies of diet selection by sheep and cattle grazing individual hill plant communities as influenced by season of the year.1. The indigenous grasslands. *Journal of Ecology*, **73**, 987-1004.

LAÍNZ, M.; Y LORIENTE, E., 1982. Contribuciones al conocimiento de la flora montañesa. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, **38**, 469-475.

OSORO, K.;, CELAYA, R.;, MARTÍNEZ, A.; Y ZORITA, E., 2000. Pastoreo de comunidades vegetales de montaña por rumiantes domésticos: producción animal y dinámica vegetal. *Pastos*, **30**, 3-50.

DIET COMPOSITION OF SHEEP GRAZING CANTABRIAN MOUNTAIN PASTURES AND ITS EFFECT ON SWARD STRUCTURE

SUMMARY

The botanical composition, structure and grazing selection by ewes on mountain pastures were studied under two different grazing managements: exclusive rotational grazing by ewes and mixed sequential grazing by ewes followed by cows and mares. The pastures were dominated by five grass species (*Agrostis capillaris*, *Carex* spp., *Danthonia decumbens*, *Festuca nigrescens* y *Nardus stricta*) and a new invasive plant of mountain pasture communities (*Euphorbia polygalifolia*). All the species, except *Nardus*, were selected by ewes only slightly over their proportion in the sward. In most cases, *Nardus* was actively rejected by ewes. Sward height showed differences with species, and was generally lower when leaves were defoliated. The type of grazing management did not affect clearly any of the studied variables.

Key words: sheep grazing diet, Mancomunidad Campoo-Cabuérniga.

SELECCIÓN DE DIETA DE OVINOS, CAPRINOS Y VACUNOS EN PASTOREO MIXTO SOBRE MATORRALES DE BREZAL-TOJAL CON PRADERAS MEJORADAS

R. Celaya, M. Oliván, M.J. Martínez, M. Mocha, A. Martínez, U. García y K. Osorio

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Apdo. 13, 33300 Villaviciosa, Asturias (España). E-mail: rcelaya@serida.org

Resumen

A lo largo del año 2000, se estudió mensualmente desde junio hasta diciembre la composición de la dieta seleccionada por ovinos, caprinos y vacunos mediante la técnica de los n-alcanos. Los animales, 25-40 ovejas, 25-40 cabras y 7 vacas, pastaron de forma continua la misma parcela de 22 ha, cubierta en su mayoría con vegetación de brezal-tojal y con un 20 % de pradera mejorada de raigrás inglés (*Lolium perenne*). En todas las épocas, el porcentaje del tojo (*Ulex gallii*) resultó significativamente mayor en las dietas del caprino, mientras que el contenido en herbáceas fue mayor en las dietas del vacuno. La dieta del ovino resultó intermedia entre la del caprino y la del vacuno, aunque a partir de septiembre contenía los mayores porcentajes de brezos, compensando la disminución en la utilización del tojo. La época de muestreo influyó decisivamente en la conducta selectiva de los rumiantes.

Palabras clave: conducta de pastoreo, utilización, brezos, tojo, herbáceas.

Introducción

Los brezales-tojales son matorrales acidófilos que ocupan grandes extensiones en el norte de la Península Ibérica, sobre todo en las zonas más desfavorecidas, siendo su aprovechamiento económico muy limitado debido a su escaso valor nutritivo. Aún así, el pastoreo extensivo de estos brezales-tojales es muchas veces la única alternativa viable para su utilización, contribuyendo además a la reducción de biomasa leñosa y por tanto del peligro de incendios, si bien se precisa de áreas adyacentes de pasto de mejor calidad para mejorar la nutrición del ganado y favorecer la sostenibilidad de las explotaciones ganaderas. Los rumiantes domésticos que utilizan estos matorrales, vacunos, equinos, ovinos y caprinos, difieren en su conducta de pastoreo y selección de dieta, lo que ofrece alternativas para las estrategias de manejo a adoptar según la capacidad de cada especie para mantener un buen rendimiento productivo y la complementariedad entre distintas especies para una utilización más eficiente de la vegetación disponible. El conocimiento de dichas conductas de pastoreo y sus variaciones a lo largo de la estación de pastoreo se hace imprescindible para establecer las estrategias de manejo del pastoreo más adecuadas para estas zonas de manera objetiva.

Material y métodos

El estudio se realizó durante el año 2000 en una parcela de 22,3 ha de la finca experimental de Carbayal, situada a 900-1000 m de altitud en la sierra de San Isidro, concejo de Illano, en el occidente de Asturias. La vegetación no sembrada cubre 17,7 ha (79,4 %) de la parcela y está cons-

tituida en su mayoría por brezales-tojales donde dominan ericáceas como *Erica umbellata*, *E. cinerea* y *Calluna vulgaris*, junto al tojo *Ulex gallii*, y con escasa presencia de especies herbáceas, en su mayoría gramíneas acidófilas como *Agrostis curtisii* y *Pseudarrhenatherum longifolium*. También hay brezales de porte alto dominados por *Erica arborea* y *E. australis* subsp. *aragonensis*, y un pequeño pinar de *Pinus sylvestris*. Las 4,6 ha restantes (20,6 %) se transformaron durante 1999 mediante roturación y fertilización del suelo, y siembra de raigrás inglés (*Lolium perenne* L. cv 'Phoenix'), raigrás híbrido (*L. x hybridum* Hausskn cv 'Dalita') y trébol blanco (*Trifolium repens* L. cv 'Huia'). En el año de estudio, la pradera estaba establecida aunque la contribución del trébol era aún muy escasa.

Manejo de los animales

El pastoreo se inició en mayo del año 2000 con 25 ovejas de raza Gallega, 25 cabras mezcladas de raza Celtibérica y 7 vacas de raza Asturiana de los Valles, todas ellas con su cría. Las crías se destetaron en julio y se incrementó el número de ovejas y cabras adultas a 40 por especie. El pastoreo duró hasta diciembre en el caso de las ovejas y las cabras, mientras que las vacas tuvieron que ser estabuladas a finales de noviembre.

Controles

Disponibilidad de pasto. Cada 15 días se midió la altura del pasto en la zona mejorada (pradera de raigrás inglés) en 100 puntos al azar mediante el "swardstick" (Barthram, 1986).

Conducta de pastoreo. En dos días consecutivos (13 y 14 de julio), se controló visualmente cada 15 minutos, desde el amanecer hasta el anochecer, el número de animales que pastaban sobre el matorral bajo (brezal-tojal), matorral alto, pradera sembrada o pinar, para estimar los tiempos de pastoreo de cada especie animal sobre cada tipo de vegetación.

Composición de la dieta. La composición de la dieta de los animales se estimó por el método de los alcanos (Dove y Mayes, 1991; Oliván y Osoro, 1997). A principios de cada mes desde junio hasta diciembre, se recogieron muestras rectales de heces de los animales y muestras vegetales de hojas y brotes de las especies más abundantes. Las muestras se conservaron a -20 ºC hasta que se procedió a su liofilización, molienda y extracción de los alcanos (C_{21}-C_{36}) según el método de Mayes *et al.* (1986), modificado por Oliván y Osoro (1999).

Análisis estadístico

Tras someter los contenidos relativos de alcanos de las muestras vegetales a análisis discriminante canónico (λ de Wilks), se establecieron seis grupos vegetales principales que se diferenciaban suficientemente en su patrón de alcanos: *Erica umbellata-E. cinerea*, *Calluna*, *E. arborea*, *Ulex*, *Lolium* y *Pseudarrhenatherum-Agrostis curtisii*.

Para estimar la dieta de los animales, se aplicó un método de optimización iterativa basado en mínimos cuadrados (Dove y Moore, 1995; Newman *et al.*, 1995). Los porcentajes en dieta así obtenidos se agruparon en tres grandes grupos: brezos, tojo y herbáceas, a fin de simplificar los resultados y facilitar su interpretación. Los efectos de los factores, mes y especie animal, sobre dichos porcentajes se analizaron mediante Análisis de Varianza, usando el test de Scheffe para la diferenciación de medias.

Resultados

Conducta de pastoreo

Las cabras pastaron durante más tiempo (644 minutos/día) que las ovejas (550) y las vacas (510 min/día). De este tiempo de pastoreo, las cabras pastaron relativamente más sobre el matorral bajo (42 %) y alto (19 %) que las ovejas (37 y 1 %) y las vacas (28 y 13 %, Tabla 1). Las vacas y las ovejas utilizaron la pradera de raigrás de manera similar (60 % del tiempo de pastoreo), sien-

do la altura media del pasto de 5,4 cm, si bien en el caso de las ovejas hubo grandes diferencias debidas al clima entre un día y otro, de 35 % a 90 %. Las vacas pastaron durante más tiempo en el brezal alto y menos sobre el brezal-tojal que las ovejas. Los pinos fueron ramoneados de manera puntual pero intensa por las cabras, mientras que las ovejas y las vacas utilizaban el pinar como refugio y sombra pero no como alimento.

Tabla 1: Conducta de pastoreo de vacas, ovejas y cabras sobre una parcela de brezal-tojal parcialmente mejorada a mediados de julio.

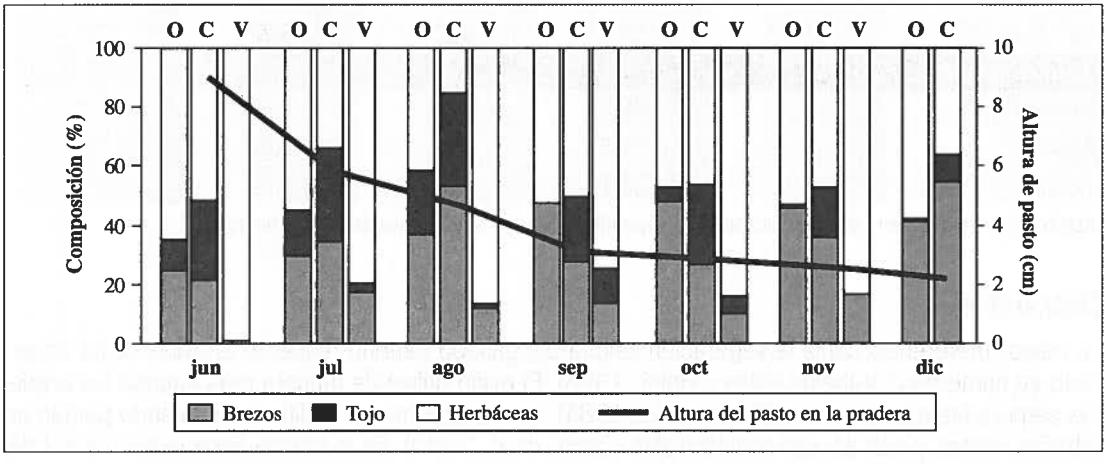
	VACAS	OVEJAS	CABRAS
Tiempo de pastoreo (minutos/día)	510	550	644
– Pradera mejorada (%)	59,0	62,3	36,4
– Brezal-tojal (%)	28,2	36,7	42,5
– Brezal alto (%)	12,8	1,0	19,2
– Pinar (%)	0,0	0,0	2,0

Composición de la dieta

Tanto la época de muestreo (mes) como la especie animal afectaron significativamente a la composición de la dieta estimada por los alcanos, siendo además la interacción entre ambos factores altamente significativa ($P<0,001$) para todos los componentes analizados.

En todos los meses, las vacas seleccionaron porcentajes significativamente ($P<0,001$) mayores de herbáceas (75-99 %) y menores de brezos (1-17 %) que las ovejas (41-64 % y 25-48 % respectivamente) y las cabras (15-51 % y 21-55 % respectivamente). El tojo siempre fue seleccionado en mayor grado ($P<0,001$) por las cabras que las ovejas y las vacas (Tabla 2), y su utilización fue más intensa en la primavera-verano, sobre todo en el caso del ovino (Fig. 1).

Figura 1: Composición de la dieta de ovejas (O), cabras (C) y vacas (V) pastando sobre una parcela con vegetación de brezal-tojal y 20 % de pradera mejorada.



En julio y agosto, el porcentaje global de brezos resultó superior en la dieta de las cabras (34-53%) con respecto a la de las ovejas (30-37 %), pero de septiembre a noviembre ocurrió lo contrario puesto que las ovejas redujeron mucho más el consumo del tojo y lo compensaron con un incremento en el porcentaje de brezos ingeridos, aunque al final del pastoreo, en diciembre, volvía a ser mayor en las cabras que en las ovejas (Tabla 2, Fig. 1). En el caso de la brecina (*Calluna vulgaris*), hay que indicar que su porcentaje resultó mayor ($P<0,001$) en la dieta del ovino que en la del caprino en junio (11,3 vs 5,4), julio (13,3 vs 0,0) y agosto (22,0 vs 14,0). Al contrario, las especies de *Erica*, incluida *E. arborea*, fueron utilizadas en mayor grado por el caprino que el ovino de junio a agosto.

Tabla 2: Composición de la dieta de vacas, ovejas y cabras en pastoreo mixto sobre un brezal-tojal parcialmente mejorado.

	VACAS	OVEJAS	CABRAS	*e.s.d.*	sign.
1 de junio					
Brezos (%)	1,3 [b]	24,9 [a]	21,4 [a]	2,15	***
Tojo (%)	0,0 [c]	10,7 [b]	27,3 [a]	3,15	***
Herbáceas (%)	98,7 [a]	64,4 [b]	51,3 [c]	3,56	***
4 de julio					
Brezos (%)	17,1 [c]	29,5 [b]	34,4 [a]	1,55	***
Tojo (%)	3,5 [c]	15,9 [b]	31,7 [a]	3,77	***
Herbáceas (%)	79,4 [a]	54,6 [b]	33,9 [c]	4,27	***
1 de agosto					
Brezos (%)	11,6 [c]	37,0 [b]	52,9 [a]	4,21	***
Tojo (%)	1,5 [c]	21,7 [b]	31,9 [a]	6,82	***
Herbáceas (%)	86,9 [a]	41,4 [b]	15,2 [c]	5,78	***
6 de septiembre					
Brezos (%)	13,2 [c]	47,8 [a]	27,7 [b]	3,34	***
Tojo (%)	11,6 [b]	0,0 [c]	22,2 [a]	3,78	***
Herbáceas (%)	75,3 [a]	52,2 [b]	50,2 [b]	4,34	***
4 de octubre					
Brezos (%)	9,8 [c]	48,0 [a]	26,3 [b]	3,55	***
Tojo (%)	6,3 [b]	5,2 [b]	28,0 [a]	6,67	***
Herbáceas (%)	83,9 [a]	46,8 [b]	45,6 [b]	5,44	***
2 de noviembre					
Brezos (%)	16,8 [c]	45,7 [a]	35,9 [b]	3,41	***
Tojo (%)	0,0 [b]	1,3 [b]	17,3 [a]	4,54	***
Herbáceas (%)	83,2 [a]	53,0 [b]	46,7 [c]	3,72	***
1 de diciembre					
Brezos (%)	-	40,6	54,9	1,63	***
Tojo (%)	-	1,3	9,4	1,89	***
Herbáceas (%)	-	58,1	35,7	2,24	***

Distintos superíndices en cada fila horizontal coresponden a medias significativamente diferentes.

Discusión

La mayor preferencia hacia la vegetación leñosa del ganado caprino respecto al ovino se ha observado en numerosos trabajos (Allan y Holst, 1996). El ovino utiliza de manera más intensa las praderas sembradas que el caprino (Grant *et al.*, 1984), siendo aún mayor la diferencia cuando pastan en rebaños mixtos y con acceso a matorrales (Osoro *et al.*, 2000). En la misma finca experimental del presente trabajo, en parcelas con 33 y 50 % de superficie mejorada, Oliván *et al.* (1997) estimaron mayores porcentajes de leñosas en las dietas de las cabras (60-70 %) que en las de las ovejas (20-40 %). El vacuno es una especie más pastadora de herbáceas y su consumo de especies leñosas suele ser mucho más limitado que en ovinos y caprinos (Sineiro *et al.*, 1984; Aldezábal, 2001).

Entre las especies de brezos, los resultados indican que el ovino prefiere la brecina respecto a las demás ericáceas. Bartolomé *et al.* (1998) encontraron mayores porcentajes de fragmentos epidérmicos de brecina en las heces del ovino (18-27 %) que en las del caprino (10-11 %), mientras que los porcentajes de *Erica arborea* resultaban mayores en el caprino (17-27 %) que en el ovino (8-11 %).

La mayor selección del caprino hacia el tojo se ha observado en otros trabajos en el caso de *Ulex europaeus*. Clark *et al.* (1982), en pastos con 10-25 % de tojal de Nueva Zelanda, encontraron que las cabras ingerían un 32 % de tojo en verano-otoño y hasta 90-95 % en invierno-primavera, mientras que las ovejas comían sólo 0-1,5 % de tojo. Radcliffe (1986) observó porcentajes de fragmentos cuticulares de tojo de 90 % al inicio de la primavera y de 50 % en verano en las heces del caprino, siendo los valores para el ovino de 40-50 % en la primavera y de 5 % en verano. En jaulas metabólicas, Howe *et al.* (1988) estimaron que la ingestión voluntaria del tojo por las cabras era entre 1,8 y 2,5 veces la de las ovejas durante la primavera-verano, mientras que en otoño e invierno era rechazado totalmente por el ovino debido a la mayor dureza y desarrollo de las espinas, lo cual también se ha observado en los montes de Galicia (Sineiro *et al.*, 1984), al igual que en el presente trabajo a partir de agosto.

El consumo de plantas leñosas por parte de las ovejas y cabras fue incrementándose de junio a agosto, al reducirse la disponibilidad de pasto en la zona mejorada (Fig. 1), tal como han referido diversos autores (Hunter, 1962; García-González y Montserrat, 1986; Gordon, 1989). Sin embargo, de agosto a septiembre disminuyó el porcentaje de leñosas en la dieta, probablemente debido a la reducción de la digestibilidad de dichas especies, y en el caso del tojo debido al endurecimiento de sus espinas como se comentó anteriormente.

Conclusiones

El vacuno muestra una preferencia casi exclusiva por las herbáceas, mientras que en el ovino y el caprino, la vegetación leñosa representa en torno al 50 y 60 % de la ingesta, alcanzando los valores más altos (60 y 85 %) en el mes de agosto. El tojo es la especie más utilizada por el caprino, mientras que en el caso del ovino, la ingestión de dicha leguminosa está más afectada por su calidad que por la disponibilidad de herbáceas.

Referencias bibliográficas

ALDEZÁBAL, A., 2001. *El sistema de pastoreo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Pirineo central, Aragón). Interacción entre la vegetación supraforestal y los grandes herbívoros*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, 317 pp. Zaragoza (España).

ALLAN, C.J.; HOLST, P.J., 1996. The ecological role of the goat in maintaining pasture and range. En: *VI International Conference on Goats*, Vol. 1, 427-435. International Academic Publishers. Pekín (China).

BARTHRAM, G.T., 1986. Experimental techniques: the HFRO swardstick. En: *The Hill Farming Research Organisation Biennial Report 1984-85*, 29-30. H.F.R.O. Bush Estate, Penicuik, Midlothian, Escocia (RU).

BARTOLOMÉ, J.; FRANCH, J.; PLAIXATS, J.; SELIGMAN, N.G., 1998. Diet selection by sheep and goats on Mediterranean heath-woodland range. *Journal of Range Management*, **51**, 383-391.

CLARK, D.A.; LAMBERT, M.G.; ROLSTON, M.P.; DYMOCK, N., 1982. Diet selection by goats and sheep on hill country. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, **42**, 155-157.

DOVE, H.; MAYES, R.W., 1991. The use of plant wax alkanes as markers substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. *Australian Journal of Agricultural Research*, **42**, 913-957.

DOVE, H.; MOORE, A.D., 1995. Using a least-squares optimisation procedure to estimate diet composition based on the alkanes of plant cuticular wax. *Australian Journal of Agricultural Research*, **46**, 1535-1544.

GARCIA-GONZALEZ, R.; MONTSERRAT, P., 1986. Determinación de la dieta de ungulados estivantes en los pastos supraforestales del Pirineo Occidental. En: *XXVI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 119-134. S.E.E.P. Oviedo (España).

GORDON, I.J., 1989. Vegetation community selection by ungulates on the isle of Rhum. II. Vegetation community selection. *Journal of Applied Ecology*, **26**, 53-64.

GRANT, S.A.; BOLTON, G.R.; RUSSEL, J.F., 1984. The utilization of sown and indigenous plant species by sheep and goats grazing hill pastures. *Grass and Forage Science*, **39**, 361-370.

HOWE, J.C.; BARRY, T.N.; POPAY, A.I., 1988. Voluntary intake and digestion of gorse (*Ulex europaeus*) by goats and sheep. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, **111**, 107-114.

HUNTER, R.F., 1962. Hill sheep and their pasture: a study of sheep grazing in south-east Scotland. *Journal of Ecology*, **50**, 651-680.

MAYES, R.W.; LAMB, C.S.; COLGROVE, P.M., 1986. The use of dosed and herbage n-alkanes as markers for the determination of herbage intake. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, **107**, 161-170.

NEWMAN, J.A.; THOMPSON, W.A.; PENNING, P.D.; MAYES, R.W., 1995. Least-squares estimation of diet composition from n-alkanes in herbage and faeces using matrix mathematics. *Australian Journal of Agricultural Research*, **46**, 793-805.

OLIVÁN, M.; OSORO, K., 1997. Utilización de la técnica de los n-alcanos en estudios de ingestión y selección de dieta de los rumiantes en pastoreo: revisión. *ITEA*, **93A(3)**, 193-208.

OLIVÁN, M.; OSORO, K., 1999. Effect of temperature on alkane extraction from faeces and herbage. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, **132**, 305-312.

OLIVÁN, M.; OSORO, K.; CELAYA, R., 1997. Selección de dieta del ovino y caprino en comunidades de brezal-tojal parcialmente mejoradas. *ITEA, VII Jornadas sobre Producción Animal*, Vol. Extra Nº **18**, 278-280.

OSORO, K.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A., 2000. The effect of grazing management of sheep and goats on animal performance and vegetation dynamics in partially improved heath-gorse vegetation. En: *Grazing Management*, 135-140. Eds. A.J. ROOK, P.D. PENNING. British Grassland Society. Devon, Inglaterra (RU).

RADCLIFFE, J.E., 1986. Gorse - a resource for goats? *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, **14**, 399-410.

SINEIRO, F.; OSORO, K.; DÍAZ, N., 1984. Bases para la producción e intensificación ganadera en el monte gallego: la utilización de la vegetación espontánea y la siembra y mejora del pasto. En: *Pastos y Forrajes en Alimentación Animal. XXII Reunión Científica de la Sociedad Ibérica de Nutrición Animal*, 195-219. S.I.N.A. Santiago de Compostela (España).

DIET SELECTION BY SHEEP, GOATS AND CATTLE UNDER MIXED GRAZING IN PARTIALLY IMPROVED HEATH-GORSE SHRUBLANDS

SUMMARY

The diets selected by cattle, sheep and goats were studied along 2000 at monthly intervals from June to December, using the n-alkane technique. The animals, 25-40 ewes, 25-40 goats and 7 cows grazed continuously on the same plot, covered by heath-gorse shrublands with 20 % of improved pasture of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). In all controls, gorse (*Ulex gallii*) percentage was significantly higher in goats diets, while cattle diets contained higher percentages of herbaceous species. Sheep diets were in general intermediate between cattle and goats, though from September onwards, sheep ate the highest percentages of heaths, so compensating for the decrease in gorse intake. The season greatly affected on the selective behaviour of the grazing ruminants.

Key words: grazing behaviour, utilization, heaths, gorse, herbaceous.

REBROTE DEL BREZAL-TOJAL TRAS UNA QUEMA Y SU EVOLUCIÓN POSTERIOR CON PASTOREO DE OVINO O CAPRINO

B.M. Jáuregui, R. Celaya, U. García y K. Osoro

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Apdo. 13, 33300 Villaviciosa, Asturias (España).

Resumen

Se estudió la composición botánica (cobertura) de un brezal-tojal a los cinco meses de haberse quemado superficialmente, y se exponen los primeros resultados acerca de su evolución posterior tras el pastoreo en otoño-invierno con rebaños de ovino o caprino.

La especie vegetal dominante tras el fuego era el tojo (*Ulex gallii*), con un promedio global de 19% de cobertura (45 % de la vegetación viva). La cobertura de las herbáceas era de un 22 %, siendo las mayoritarias dos gramíneas poco apetecibles: *Agrostis curtisii* y *Pseudarrhenatherum longifolium*. La cobertura de los brezos era de sólo 1,5 %, mientras que la materia muerta y el suelo desnudo suponían 50 y 7 % respectivamente.

El pastoreo de caprino redujo la cobertura del tojo de 20 a 17 %, mientras que en las parcelas pastadas por ovino, el tojo incrementó su cobertura de 18 a 21 %. El porcentaje de cobertura de las herbáceas se incrementó significativamente más en las parcelas pastadas por caprino que en las pastadas por ovino. La altura media del tojo resultó significativamente mayor con ovino que con caprino.

Palabras clave: matorral, fuego, dinámica vegetal, pequeños rumiantes.

Introducción

En el noroeste de España son cada vez más abundantes los matorrales de brezal-tojal, como consecuencia de la infrautilización y abandono que sufren las zonas más desfavorecidas. Estas comunidades presentan un bajo valor nutritivo para el ganado al estar dominadas por especies leñosas como los brezos y los tojos. Debido a ello y a su alta combustibilidad, son quemados cada vez más frecuentemente, generando enormes pérdidas económicas y ambientales (MMA, 1997). Si bien a corto plazo, el fuego parece tener aspectos positivos en cuanto a la vegetación disponible para el ganado (eliminación de las especies leñosas y la materia muerta acumulada, rebrote de herbáceas) y a la fertilidad del suelo (movilización de nutrientes retenidos en la fitomasa por las cenizas), a largo plazo sus efectos pueden ser catastróficos, puesto que al eliminar la cubierta vegetal, el suelo queda desprotegido frente a los agentes erosivos como las lluvias fuertes y el viento; los nutrientes liberados se pierden rápidamente por escorrentía y lixiviación, además de por volatilización en el humo; se incrementa la contaminación atmosférica por la emisión de gases de efecto invernadero; se altera la microfauna edáfica, con la consiguiente alteración de los ciclos de nutrientes, etc. (Hobbs y Gimingham, 1987).

Por otro lado, el rebrote post-fuego sin la presencia del pastoreo evoluciona muchas veces a matorral en poco tiempo, pues muchas de las leñosas suelen ser especies pirófilas. Los pequeños

rumiantes como el ovino y sobre todo el caprino, podrían frenar la acumulación de biomasa leñosa en estos matorrales (Osoro *et al.*, 2000; Celaya y Osoro, 2002), reduciendo el riesgo de la ocurrencia de más incendios, puesto que utilizan este tipo de vegetación en mucho mayor grado que los grandes herbívoros como el vacuno (Celaya *et al.*, 2003).

El objetivo del presente trabajo es conocer la composición botánica de los brezales-tojales tras el fuego y su posterior evolución con pastoreo de ovino o caprino.

Material y métodos

Descripción de la zona de estudio

El estudio se llevó a cabo en la finca experimental de Carbayal, situada en el occidente de Asturias en la sierra de San Isidro, concejo de Illano, a 900-1000 m de altitud, con un clima oceánico de media montaña. El sustrato litológico está formado por pizarras del Ordovícico, sobre las que se asientan suelos poco profundos, ácidos, con pH en torno a 4, y muy pobres en nutrientes. La vegetación está constituida en su mayoría por brezales-tojales (*Halimio alyssoidis-Ulicetum gallii*) donde dominan los brezos como *Erica umbellata*, *E. cinerea* y *Calluna vulgaris*, junto al tojo *Ulex gallii*, con escasa presencia de herbáceas.

Diseño experimental

Se establecieron cuatro parcelas de 1,2 ha cada una, en una misma ladera que previamente había sido quemada. Se quemaron superficialmente y de manera controlada en mayo de 2001 unas cinco hectáreas, eliminando gran parte de la biomasa presente. Cuatro meses más tarde, en septiembre de 2001, se establecieron los tratamientos de pastoreo con dos especies de pequeños rumiantes, ovino y caprino, en un diseño experimental de 2 especies animales en pastoreo monoespecífico x 2 repeticiones. Las cuatro parcelas fueron pastadas a la misma carga ganadera de 10 cabezas/ha (12 hembras adultas sin cría por parcela). Las ovejas eran de raza Gallega y las cabras de raza Cachemira. El pastoreo de otoño-invierno duró desde el 24 de septiembre hasta el 30 de enero de 2002, tras lo cual los animales se estabularon hasta la primavera.

Controles

Cobertura. En cada parcela se establecieron 6 transectos permanentes de 13 m de longitud, registrándose 100 contactos verticales en cada uno mediante la técnica del "point quadrat" (Grant, 1981) y anotando la especie, su estado fenológico y su altura. Estos transectos se controlaron en octubre de 2001 y otra vez en mayo de 2002.

Altura del tojo. Aparte de las mediciones de altura del "point quadrat", en noviembre de 2002 se midió la altura del tojo vivo mediante el "sward stick" (Barthram, 1986), tomándose 100 medidas al azar en cada parcela.

Análisis estadístico

Tras verificar que los datos cumplían las condiciones paramétricas de normalidad por el test de Kolmogorov-Smirnov, se analizaron los efectos de los tratamientos, especie animal y réplica, sobre las variables dependientes (cobertura de leñosas, tojo y brezos, de herbáceas, materia muerta y suelo desnudo, altura del tojo), mediante Análisis de Varianza, utilizando el paquete estadístico SPSS (SPSS, 1989).

Resultados

Cobertura

A los cinco meses de la quema, no se observaron diferencias significativas entre las parcelas en la cobertura de ninguno de los componentes vegetales estudiados. El tojo vivo representaba el 19% de cobertura, 45 % de las especies vivas teniendo en cuenta que la materia muerta alcanzaba el 50 % (20 % correspondía a los tallos quemados de brezos y tojo) y el suelo desnudo 7 %

de la cobertura (Tabla 1). Los brezos vivos sólo constituían el 1,5 % de la cobertura total mientras que las herbáceas representaban un 22 %, de las cuales las mayoritarias eran *Agrostis curtisii* (10%) y *Pseudarrhenatherum longifolium* (9 %), dos gramíneas poco apetecibles para el ganado.

Las variaciones de cobertura entre octubre de 2001 y mayo de 2002 fueron afectadas significativamente por la especie animal en los principales componentes estudiados. Si bien se observaron diferencias significativas entre las repeticiones en alguna de las variables vegetales analizadas, la interacción con la especie animal no llegó a ser significativa en ningún caso, por lo que sólo se exponen los efectos de la especie animal.

La cobertura del total de las matas leñosas (incluyendo partes vivas y muertas) apenas varió entre 36 y 35 % en los tratamientos de ovino mientras que se redujo de 43 a 32 % en los tratamientos de caprino ($P<0,001$). La presencia de matas muertas se redujo en todas las parcelas (-3,8 y -8,4 en ovino y caprino respectivamente, $P<0,1$), debido probablemente a los efectos del pisoteo por parte de los animales que van rompiendo los tallos carbonizados.

El porcentaje de cobertura del tojo vivo se incrementó de 17,8 a 20,9 % en las parcelas pastadas por ovino mientras que disminuyó de 19,6 a 17,3 % en las pastadas por caprino ($P<0,01$). Las herbáceas (plantas vivas) incrementaron su cobertura en ambos tratamientos pero lo hicieron en mayor grado ($P<0,05$) en las parcelas de caprino (+7,3) respecto a las de ovino (+2,1). En cuanto a los brezos vivos no se observaron diferencias significativas en la evolución de su cobertura ya que ésta era muy escasa en el control inicial (1,5 %) al igual que su variación posterior (1,2 % en mayo de 2002). El porcentaje de suelo desnudo se incrementó de 7,2 a 10,2 %, al irse disgregando la hojarasca y los tallos muertos de las matas como consecuencia del pisoteo (Tabla 1).

Tabla 1: Porcentajes de cobertura a los cinco meses de la quema (octubre 2001) y efectos de la especie animal sobre las variaciones en el pastoreo de otoño-invierno.

Especie animal	OVINO	CAPRINO	*e.s.d.*	sign.
Tojo vivo				
Oct. 2001 (%)	17,8	19,6	2,47	NS
Var. oct. 2001 a mayo 2002	+3,1	-2,3	1,76	**
Brezos vivos				
Oct. 2001 (%)	1,6	1,5	0,68	NS
Var. oct. 2001 a mayo 2002	-0,0	-0,7	0,63	NS
Herbáceas vivas				
Oct. 2001 (%)	22,1	21,5	3,15	NS
Var. oct. 2001 a mayo 2002	+2,1	+7,3	2,02	*
Materia muerta				
Oct. 2001 (%)	50,6	49,9	2,63	NS
Var. oct. 2001 a mayo 2002	-7,3	-7,8	3,35	NS
Suelo desnudo				
Oct. 2001 (%)	7,1	7,3	2,82	NS
Var. oct. 2001 a mayo 2002	+2,5	+3,4	1,48	NS

e.s.d.: error estándar de la diferencia de medias; NS: no significativo; * $P<0,05$; ** $P<0,01$

Altura del tojo

La altura de los brotes verdes del tojo en octubre de 2001, medida con el "point quadrat", no resultó significativamente diferente entre los tratamientos establecidos, siendo la media global de 9,4 cm (Tabla 2). Tras el pastoreo de otoño-invierno, la altura del tojo vivo se incrementó en las par-

celas pastadas por ovino, llegando a 11,1 cm de media en mayo de 2002, mientras que disminuyó a 8,7 cm en las pastadas por caprino (*P*<0,001). No se observaban diferencias significativas entre las réplicas en ninguno de los dos controles.

En noviembre de 2002, la altura de las matas verdes del tojo medida con el "sward stick", también resultó significativamente mayor (*P*<0,001) en las parcelas pastadas por ovino (15,8 cm) que en las de caprino (10,8 cm). En este caso se observaron diferencias significativas (*P*<0,001) entre las réplicas aunque su interacción con la especie animal no resultó significativa. Las medidas obtenidas mediante la técnica del "point quadrat" son menores que con el "sward stick", debido a la menor superficie de contacto del primero respecto al segundo (Tabla 2).

Tabla 2: Efectos de la especie animal y la réplica sobre la altura media del tojo vivo, medida mediante el "point quadrat" y el "sward stick".

Réplica	1		2		Réplica		Esp. animal	
Especie animal	OVINO	CAPRINO	OVINO	CAPRINO	*e.s.d.*	sign.	*e.s.d.*	sign.
"point quadrat"								
Oct. 2001 (cm)	8,6	9,4	9,4	10,2	0,57	NS	0,57	NS
n	129	124	85	111				
Jun. 2002 (cm)	11,0	8,0	11,3	9,4	0,58	NS	0,59	***
n	132	100	119	108				
"sward stick"								
Nov. 2002 (cm)	13,3	8,4	18,3	13,2	0,70	***	0,70	***
n	100	100	100	100				

e.s.d.: error estándar de la diferencia de medias; NS: no significativo; *** *P*<0,001

Discusión

Los resultados indican la buena adaptación del tojo al fuego, asegurándose su persistencia mediante su capacidad de rebrote a partir de las yemas basales, además de la reserva de semillas en el suelo (Sineiro *et al.*, 1984), cuya germinación además parece verse estimulada por el calor. Los brezos no se ven tan favorecidos y su capacidad de rebrote tras el fuego es mucho menor que la del tojo, al igual que ocurre tras el desbroce mecánico (Celaya, 1998), lo que resulta en una dominancia casi exclusiva del tojo en la cubierta. Tras el fuego, las herbáceas más heliófilas se ven favorecidas al inicio (Hobbs y Gimingham, 1987), pero en las condiciones del presente trabajo, a los pocos meses son dominadas por el crecimiento vigoroso del tojo.

El mayor control que ejerce el caprino sobre el tojo se ha observado en otros trabajos realizados en la misma finca (Celaya y Osoro, 1994; 2002; Osoro *et al.*, 2000). Ello se debe a la conducta selectiva del caprino hacia el tojo, que lo ingiere en mucho mayor grado que el ovino (Oliván *et al.*, 1997; Celaya *et al.*, 2003). En el caso de *Ulex europaeus* también se ha observado una mayor utilización por parte del caprino que del ovino en Nueva Zelanda (Clark *et al.*, 1982; Radcliffe, 1986), así como en los montes gallegos (Sineiro, 1982), lo que conlleva a la existencia de una mayor disponibilidad de herbáceas cuando se pastorea con caprino, limitando la acumulación de biomasa de leñosas.

Conclusiones

La quema de brezales-tojales lleva en pocos meses al desarrollo de un matorral casi exclusivamente dominado por el tojo, *Ulex gallii*, con la consiguiente merma para su utilización por el ganado, así como de la biodiversidad. El caprino es capaz de controlar, en buena medida, el desarrollo del tojo, favoreciendo una mayor presencia de especies herbáceas en la cubierta vegetal, pero no así el ovino que trata de seleccionar fundamentalmente herbáceas.

Agradecimientos

Queremos agradecer al personal de la finca de Carbayal la labor realizada en el manejo y cuidado de los animales, y de la finca en general.

Referencias bibliográficas

BARTHRAM, G. T., 1986. Experimental techniques: the HFRO swardstick. En: *The Hill Farming Research Organisation, Biennial Report 1984-85*, 29-30. Ed. HFRO. Bush Estate, Penicuik, Midlothian, Escocia (RU).

CELAYA, R., 1998. *Dinámica vegetal de pastos y matorrales de la montaña cantábrica sometidos a diferentes estrategias de pastoreo por rumiantes.* Mem. doc. Univ. de Oviedo (España).

CELAYA, R.; OLIVÁN, M.; MARTÍNEZ, M. J.; MOCHA, M.; MARTÍNEZ, A.; GARCÍA, U.; GARCÍA, M. J.; OSORO, K., 2003. Selección de dieta de ovinos, caprinos y vacunos en pastoreo mixto sobre matorrales de brezal-tojal con praderas mejoradas. *XLIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.* Granada (España).

CELAYA, R.; OSORO, K., 1994. Cambios ocasionados en la cubierta vegetal de brezales-tojales con zonas desbrozadas y zonas mejoradas según sean pastados por ovino o caprino. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, pp. 299-305. Santander (España).

CELAYA, R.; OSORO, K., 2002. Efecto de la proporción de ovinos y caprinos en el rebaño sobre la dinámica vegetal de brezales-tojales parcialmente mejorados. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes. Actas de la XLII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 537-542. Eds. C. CHOCARRO, F. SANTIVERI, R. FANLO, I. BOVET, J. LLOVERAS. Edicions de la Universitat de Lleida. Lleida (España).

CLARK, D. A.; LAMBERT, M. G.; ROLSTON, M. P.; DYMOCK, N., 1982. Diet selection by goats and sheep on hill country. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, **42**, 155-157.

GRANT, S. A., 1981. Sward components. En: *Sward Measurement Handbook*, 71-92. Eds. J. HODGSON, R. D. BAKER, A. DAVIES, A. S. LAIDLAW, J. D. LEAVER. British Grassland Society. Hurley, Maidenhead, Berkshire, Inglaterra (RU).

HOBBS, R. J.; GIMINGHAM, C. H., 1987. Vegetation, fire and herbivore interactions in heathland. *Advances in Ecological Research*, **16**, 87-173.

MMA, 1997. *Incendios forestales en España.* Ministerio de Medio Ambiente. Madrid (España).

OLIVÁN, M.; OSORO, K.; CELAYA, R., 1997. Selección de dieta del ovino y caprino en comunidades de brezal-tojal parcialmente mejoradas. *ITEA, VII Jornadas sobre Producción Animal*, Vol. Extra Nº **18**, 278-280.

OSORO, K.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A.; ZORITA, E., 2000. Pastoreo de las comunidades vegetales de montaña por rumiantes domésticos: producción animal y dinámica vegetal. *Pastos*, **30 (1)**, 3-50.

RADCLIFFE, J. E., 1986. Gorse - a resource for goats? *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, **14**, 399-410.

SINEIRO, F., 1982. Aspectos del uso ganadero del monte en Galicia para la producción de carne. *Pastos*, **12 (1)**, 1-39.

SINEIRO, F.; OSORO, K.; DÍAZ, N., 1984. Bases para la producción e intensificación ganadera en el monte gallego: la utilización de la vegetación espontánea y la siembra y mejora del pasto. En: *Pastos y Forrajes en Alimentación Animal. Actas de la XXII Reunión Científica de la Sociedad Ibérica de Nutrición Animal*, 195-219. Ed. S.I.N.A. Santiago de Compostela (España).

SPSS, 1989. *SPSS for Windows, Release 5.0.1*. SPSS Inc. Chicago, Illinois (EUA).

REGROWTH OF HEART-GORSE SHRUBLANDS AFTER BURNING AND FOLLOWING CHANGES UNDER SHEEP OR GOAT GRAZING

SUMMARY

The botanical composition (cover percentage) of a burnt stand of gorse-heathland was assesed after five months since burning, and the first changes that occured under sheep or goat grazing during the following autumn-winter were studied.

The dominant species in the burnt canopy was gorse (*Ulex gallii*) which accounted for 19 % of the ground cover (45 % of the live plants). The herbaceous species covered 22 %, being *Agrostis curtisii* and *Pseudarrhenatherum longifolium*, two though and unpalatable grasses, the most abundant. The live heaths covered only 1,5 %, while the dead matter and the bare ground accounted for 50% and 7 % cover respectively.

The cover percentage of green gorse decreased under goat grazing from 20 to 17 % while it increased from 18 to 21 % under sheep grazing. Its mean height resulted significantly higher under sheep than under goat grazing. The cover of herbaceous species increased significantly more in the plots grazed by goats than in those grazed by sheep.

Key words: shrubland, fire, vegetation dynamics, small ruminants.

EFECTO DEL PASTOREO SOBRE LA VEGETACIÓN EN ZONAS DE MONTAÑA MEDITERRÁNEA: RESULTADOS PRELIMINARES EN EL PARQUE DE LA SIERRA Y CAÑONES DE GUARA (HUESCA)

J.L. Riedel, A. Bernués, J. Valderrábano, N. Flores, A. Sanz, R. Revilla e I. Casasús

Servicio de Investigación Agroalimentaria. Gobierno de Aragón.
Apdo. 727, 50080 Zaragoza.

Resumen

Los cambios en la magnitud y formas de intervención del hombre sobre los recursos naturales en espacios protegidos han provocado el abandono de grandes áreas de cultivos y pastos. Si bien puede especularse con que esta es una alternativa de recuperación ecológica de estos ambientes, se advierte también la posibilidad de que la sucesión secundaria se detenga indefinidamente en un estado de matorral improductivo, con escaso valor desde el punto de vista paisajístico y altamente expuesto a incendios por acumulación de material combustible.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares sobre el efecto concreto del pastoreo del ganado sobre la vegetación herbácea en varias zonas del Parque de la Sierra y Cañones de Guara en Huesca. Se cuantifica la evolución de la altura, la biomasa y la relación material verde/muerto en zonas pastadas y zonas no pastadas durante los dos primeros años del estudio.

Palabras clave: ganadería extensiva, presencia/ausencia de pastoreo, biomasa herbácea, relación material verde:muerto, gestión de recursos naturales.

Introducción

El Parque de la Sierra y Cañones de Guara (PSCG) constituye un ejemplo representativo de zona de montaña mediterránea en España. Comprende 15 términos municipales situados en el norte de la Provincia de Huesca y ocupa una superficie de 80.739 ha, de las cuales 47.453 ha corresponden al Parque propiamente dicho y 33.286 ha a su Zona Periférica de Protección.

Como en otras muchas zonas de montaña europeas, los sistemas pastorales presentes en el PSCG han sufrido alteraciones consecuencia de los cambios en la magnitud y formas de intervención del hombre sobre los recursos naturales, registrándose una importante reducción de la agricultura y la ganadería, abandono de áreas de cultivos y pastos y aparición de nuevas actividades no vinculadas a la explotación ganadera, como el turismo, que en el caso del PSCG tiene gran importancia. Paralelamente, se evidencian procesos más o menos intensos de evolución hacia el matorral, con el consecuente incremento del riesgo de incendios, pérdida de biodiversidad u otros fenómenos de degradación ligados a los fenómenos naturales.

Estas circunstancias condicionan un nuevo debate, centrado en la búsqueda de políticas capaces de preservar los recursos naturales de amplios espacios pastorales, especialmente en zonas de especial valor natural y paisajístico que se encuentran bajo diferentes formas de protección, como es el caso del PSCG.

Este trabajo forma parte de varios proyectos de investigación cuyos objetivos genéricos son: 1. estudiar la situación de la ganadería en el Parque y caracterizar los sistemas ganaderos practicados con especial atención al uso de las zonas de pastoreo y al papel del mismo en la alimentación del ganado; 2. evaluar el estado y dinámica de la vegetación en las zonas potencialmente pastables en función de sus formas de utilización; y 3. elaborar cartografías de utilización pastoral del Parque y obtener indicadores de valoración de la situación de las distintas comunidades vegetales y de su grado de utilización.

Todo ello con la finalidad de facilitar información, por un lado, a la dirección del Parque en los procesos de toma de decisiones de manejo y conservación, y por otro lado a los ganaderos, con el fin de racionalizar el manejo de los rebaños y pastos, compatibilizando objetivos técnico-económicos y medioambientales.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares en los dos primeros años del estudio. Se cuantifica y caracteriza la biomasa herbácea y los efectos del pastoreo sobre la misma en diferentes áreas representativas del Parque.

Material y métodos

El estudio se realizó sobre seis áreas representativas del PSCG, denominadas Bentué, San Juan, Almazorre, Rodellar, La Fueva y Bonés. Los tipos de pastos predominantes en el Parque son el pasto arbustivo y el pasto con arbolado ralo (38 y 29 % respectivamente), también hay un 20 % de pasto con arbolado denso y un 8.5 % de pastos de origen agrícola (Flores *et al.*, 2002). Las seis zonas de control se ubican principalmente dentro de las dos primeras categorías.

En cada área se establecieron dos zonas de control con vegetación diferenciada, en las que se instalaron parcelas de 10x10 m excluidas al uso ganadero. Dentro y fuera de dichas zonas de exclusión se estudió la evolución de la cubierta vegetal (recubrimiento, composición botánica, biomasa y calidad del pasto) a partir de 2001 y durante dos veces al año, antes y después del periodo de pastoreo (primavera y otoño).

En cuanto a las especies herbáceas, se determinó la biomasa disponible por ha en función de la relación entre la altura del pasto, midiendo mediante un sward-stick (Barthram, 1986) la altura del primer punto de contacto en la vertical sobre 60 puntos elegidos al azar dentro y fuera de las áreas de exclusión, y la cantidad de materia seca, utilizando para ello ecuaciones obtenidas en estos mismos pastos: Biomasa (kg MS/ha)= 86.59 x altura (cm) + 531.12 (Casasús *et al.*, 2002). La ecuación se ajustó en función de las fracciones de material verde y muerto observadas en cada zona y la cobertura herbácea del área de estudio.

Para la determinación del porcentaje de material vegetal vivo y senescente se tomaron muestras dentro y fuera de cada jaula de exclusión mediante siega, separándose en laboratorio de manera manual el material verde del muerto, para posteriormente proceder al secado en estufa a 60ºC hasta peso constante y archivo de las muestras.

Resultados y discusión

En la primavera del primer año del estudio (2001) no se observaron diferencias significativas en altura y biomasa de la vegetación herbácea entre el área pastada y el área excluida al pastoreo, como era esperable por ser el comienzo de la experiencia. En otoño de 2001, finalizada la primera estación de pastoreo, se observaron diferencias significativas entre las zonas pastoreadas y las zonas de exclusión, tendencia que se acentuó en el año 2002, en el que tanto en primavera como en otoño se registraron diferencias altamente significativas (Tabla1). Así pues, se evidenció una tendencia clara a un incremento de la altura y la biomasa del área no pastada. Esto puede observarse con mayor claridad en la Tabla 2, en la que se muestran las variaciones entre los valores obtenidos antes y después del pastoreo (primavera - otoño) de altura y biomasa, con incre-

mentos y reducciones que tienden a ser significativos para los registros dentro y fuera de la zona de exclusión respectivamente en el primer año, y son altamente significativos en el segundo año. Más representativa aún fue la variación registrada entre la primavera 2001 (comienzo del ensayo) y otoño 2002 (último registro). Estos datos evidencian el control del incremento del material herbáceo mediante el pastoreo del ganado, efectos ya demostrados en estudios similares en áreas protegidas (Aldezábal, 2001; Revilla, 2002).

Tabla 1: Comparación del material vegetal herbáceo pastado y no pastado: altura y biomasa disponible en el 1er y 2º año de estudio.

		NO PASTADO		PASTADO		
		media	e.s.	media	e.s.	Sign.
2001						
Altura, cm	*primavera*	10,9	*3,74*	9,1	*2,78*	NS
	otoño	15,7	*2,82*	8,1	*1,75*	*
Biomasa, kg MS/ha	*primavera*	1208	*341,9*	999	*286,5*	NS
	otoño	1458	*294,4*	818	*173,6*	0,07
Biomasa verde, kg MS/ha	*primavera*	826	*241,2*	691	*192,3*	NS
	otoño	508	*69,4*	372	*64,8*	NS
Biomasa muerta, kg MS/ha	*primavera*	648	*197,5*	553	*173,2*	NS
	otoño	1075	*280,8*	512	*146,5*	0,09
2002						
Altura, cm	*primavera*	17,9	*3,13*	9,0	*1,66*	*
	otoño	24,9	*3,75*	7,0	*1,32*	***
Biomasa, kg MS/ha	*primavera*	1746	*301,8*	1002	*203,8*	0,05
	otoño	2103	*374,4*	758	*139,8*	**
Biomasa verde, kg MS/ha	*primavera*	997	*169,7*	711	*145,9*	NS
	otoño	657	*147,2*	385	*61,8*	0,10
Biomasa muerta, kg MS/ha	*primavera*	749	*168,3*	291	*94,7*	*
	otoño	1446	*287,6*	373	*87,6*	**

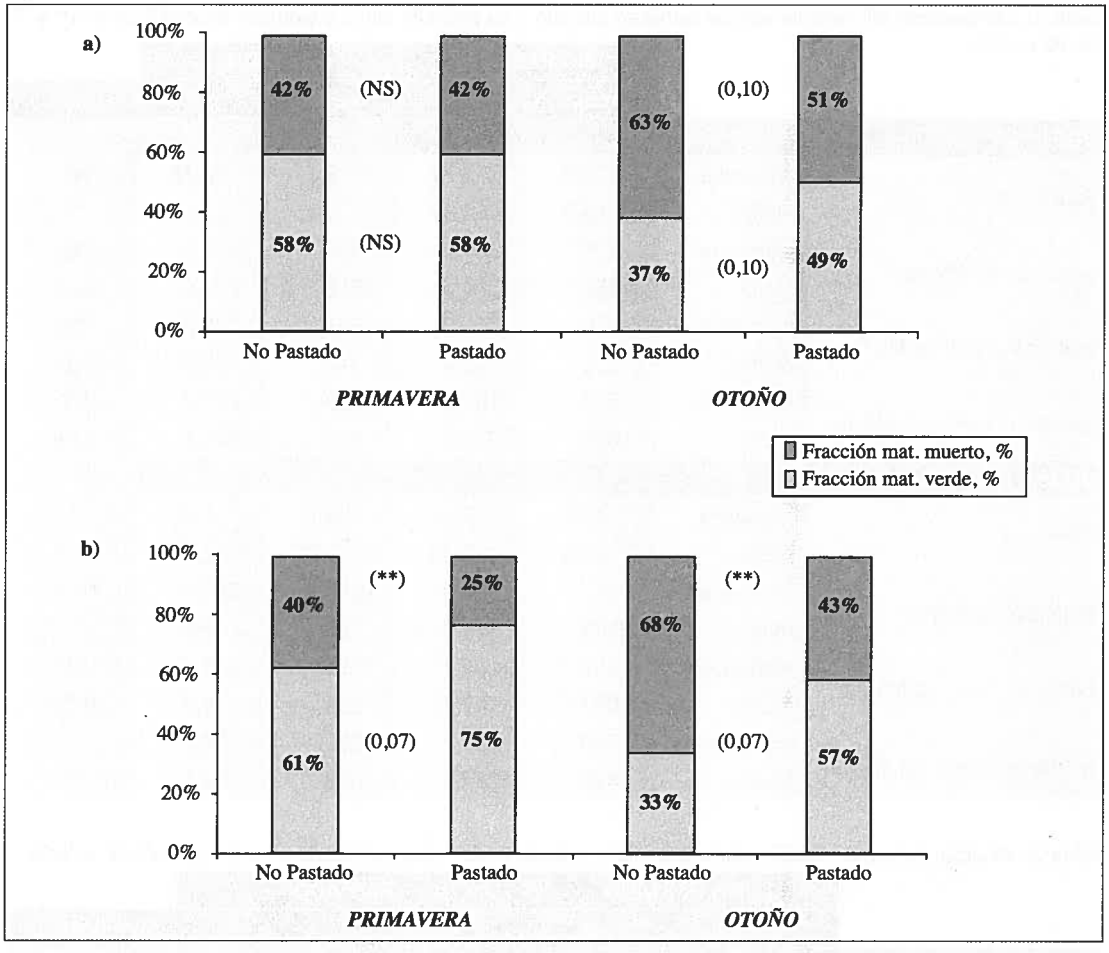
Tabla 2: Variación primavera – otoño: altura, biomasa y material verde / material muerto en el 1er y 2º año de estudio.

	NO PASTADO		PASTADO		
	Media	e.s.	Media	e.s.	Significación
2001					
Altura, cm	4,7	*2,75*	-1,1	*1,81*	0,091
Biomasa, kg MS/ha	250	*206,0*	-181	*134,6*	0,094
Fracción mat. verde, %	-23,7	*5,61*	-13,8	*4,70*	NS
Fracción mat. muerto, %	23,7	*5,61*	13,8	*4,70*	NS
2002					
Altura, cm	7,0	*2,14*	-1,9	*1,22*	**
Biomasa, kg MS/ha	357	*170,6*	-244	*87,1*	**
Fracción mat. verde, %	-28,0	*5,58*	-18,2	*3,93*	NS
Fracción mat. muerto, %	28,0	*5,58*	18,2	*3,93*	NS

La importancia de conocer los patrones de evolución verde/seco radica, por una parte, en los aspectos relacionados con la evolución de la calidad según la dinámica del crecimiento vegetal, y por otra parte, por su relación con la combustibilidad del material herbáceo (Osoro *et al.*, 2000).

En nuestro caso, ya al final de la primera estación de pastoreo se encontraron diferencias en la fracción de material muerto, significativamente superior dentro del área de exclusión que fuera de la misma. Igualmente significativas, pero de sentido contrario fueron las diferencias en el material verde, con mayor proporción en este caso en el área pastada. La tendencia se acentuó en los dos muestreos del segundo año (Figura 1).

Figura 1: Fracciones material verde y muerto en las áreas pastadas y no pastadas, en primavera y otoño de 2001 (a) y 2002 (b).



Las variaciones entre comienzo y fin de pastoreo en el porcentaje de material verde y muerto dentro y fuera de las áreas de exclusión no fueron significativamente diferentes (Tabla 2). Sin embargo, al comparar la variación ocurrida entre el primer muestreo (primavera 2001) y el último (otoño 2002) (Tabla 3), se encontraron diferencias significativas tanto para la reducción del material verde como para el incremento del material muerto.

Tabla 3: Variación entre primavera 2001 y otoño 2002: altura, biomasa y material verde / material muerto.

	NO PASTADO		PASTADO		
	Media	e.s.	Media	e.s.	Significación
Altura, cm	14	2,8	-2,1	1,97	***
Biomasa, kg MS/ha	895	179,3	-240	158,2	***
Fracción mat. verde, %	-31,0	7,42%	-9,7	5,39	*
Fracción mat. muerto, %	31,0	7,42%	9,7	5,39	*

Estos resultados concuerdan con los de otros autores (Aldezábal., 2001; Osoro *et al.*, 2000; Revilla, 2002) que reportan que en las áreas pastadas se propició una reducción de material muerto, remarcando que un pastoreo moderado tiene un efecto positivo sobre la calidad y apetecibilidad del pasto. Esto resulta importante desde el punto de vista de la producción animal y también para la fauna silvestre (Holechek, 1981) ya que la mejora en la calidad de los pastos producida por el pastoreo de las especies domésticas promueve la aparición de nuevos brotes más digestibles y nutitivos (McNaughton, 1985; Aldezábal *et al.*, 2002).

En general, los resultados obtenidos indican que en el área excluida al pastoreo hubo variaciones significativas entre el inicio y el final del estudio en altura de la hierba , biomasa total y relación material verde/material muerto indicando una degradación del pasto, atribuible tanto a la ausencia de consumo como de pisoteo e incorporación del material muerto al suelo, todo lo cual incrementa la combustibilidad del pasto. Por otra parte, en el área pastada los valores de estos mismos parámetros se han mantenido, lo cual implicaría que nos encontramos ante un tipo de vegetación estable y ajustada a la herbivoría y al ambiente, como indican diversos autores en otras áreas también sometidas tradicionalmente a pastoreo (Monserrat, 1986; Aldezábal, 2001; Robles Cruz *et al.*, 2001).

Conclusiones

Los resultados en los dos primeros años de este estudio indican que el pastoreo ejerce un efecto de control de la acumulación del material herbáceo muerto y una mejora en la calidad y apetecibilidad de la hierba, lo cual reduce la combustibilidad del material vegetal y promueve una oferta forrajera de mayor calidad tanto para las especies domésticas como silvestres. Consecuentemente, la ganadería adecuadamente gestionada puede constituirse en una eficaz herramienta para recuperar y mantener la productividad de los pastos en amplias zonas, así como los valores naturales y paisajísticos cada vez más demandados por la sociedad.

Referencias bibliográficas

ALDEZÁBAL, A., 2001. *El sistema de pastoreo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.* Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. **Vol. 28.** 317 pp.Zaragoza. (España).

ALDEZÁBAL, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, D.; FILLAT, F., 2002. El papel de los herbívoros en la conservación de los pastos. *Ecosistemas* 2002/3 (URL:www.aeet.org/ecosistemas/investigacion6.htm)

BARTHRAM, G. T., 1986. Experimental techniques: the HFRO Sward Stick. Hill Farming Research Organisation, *Biennial Report* 1984-85, 29-30.

CASASÚS, I.; BERNUÉS, A.; FLORES, N.; SANZ, A.; VALDERRÁBANO, J.; REVILLA, R., 2002. Livestock farming systems and conservation of Spanish Mediterranean mountain areas: the case of the 'Sierra de Guara Natural Park'. 2. Effects of grazing on vegetation. 11th meeting of the FAO-CIHEAM sub-network on Mediterranean pastures and fodder crops. "Rangeland and pastures rehabilitation in Mediterranean areas". Djerba, Túnez.

FLORES, N.; CASASÚS, I.; BERNUÉS, A.; SANZ, A.; VALDERRÁBANO, J.; REVILLA, R., 2002. Livestock farming systems and conservation of Spanish Mediterranean mountain areas: the case of the 'Sierra de Guara Natural Park'. 3. Analysis of land use by GIS. 11th meeting of the FAO-CIHEAM sub-network on Mediterranean pastures and fodder crops. "Rangeland and pastures rehabilitation in Mediterranean areas". Djerba, Túnez.

HOLECHEK, J. L., 1981. Livestock grazing impacts on public lands: A viewpoint. *J. Range Manage.* **34(3)**: 251-254.

MCNAUGHTON, S. J., 1985. Ecology of a Grazing Ecosystem: The Serengueti. *Ecological Monographs*: **55(3)**: 259-294.

MONSERRAT, P., 1986. La evolución vegetal en los pastos de montaña. *XXVI Reunión Científica de la SEEP*, Vol II, pp.: 137-144. Consejería de Agricultura, Oviedo.

OSORO, K.; VASSALLO, J.; CELAYA, R.; MARTINEZ, A., 2000. Resultados de la interacción vegetación x manejo animal en dos comunidades vegetales naturales de la Cordillera Cantábrica. *Invest. Agr. Prod. Sanid. Anim.* **15 (3)**: 137-157.

REVILLA, R., 2002. Producción ganadera sostenible. XXXIV Jornadas de AIDA: Producción Sostenible en el Medio Agrario. *ITEA Vegetal* extra **23**: 133-146.

ROBLES CRUZ, A. B.; GONZALEZ REBOLLAR J. L.; PASSERA, C. B.; BOZA LÓPEZ, J., 2001. Pastos de las zonas áridas y semiáridas del sureste Ibérico. *Arch. Zootec.* **50**: 501-515.

EFFECTS OF GRAZING ON THE VEGETATION OF MEDITERRANEAN MOUNTAIN AREAS: PRELIMINARY RESULTS IN THE SIERRA Y CAÑONES DE GUARA NATURAL PARK (HUESCA)

SUMMARY

Changes in the intensity and modes of human intervention on the natural resources of protected areas have caused the abandonment of large areas of crops and pastures. Although it could be argued that this an alternative to recover the ecologic value of these areas, there is also a evident risk that the vegetation could reach a status characterized by low-productive shrub predominance and landscape degradation, which implies a higher risk of fire hazards.

In this paper, the preliminary results of the effect of grazing animals on the herbage vegetation of different areas of the Sierra y Cañones de Guara Natural Park are presented. The height, biomass and green/ death material ratio in the grazed and non-grazed areas in the first two years of the study are analysed.

Key words: extensive livestock, grazing, herbaceous biomass, green/death ratio, natural resources management.

PASTOREO Y EXCREMENTOS EN EL PISO ALPINO DEL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO

L. Villar y J.L. Benito Alonso

Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Apdo. 64. E-22700 Jaca (HUESCA)
lvillar@ipe.csic.es – www.ipe.csic.es

Resumen

En el estudio de los efectos del cambio climático sobre la flora alpina tenemos en cuenta el pastoreo como factor ecológico. En las parcelas-piloto del Monte Perdido (Pirineo central), entre 2200 y 3000 m, se anotaron las plantas comidas por los herbívoros, la presencia de excrementos y los rastros de pisoteo, entre otros datos. Así, cabras y ovejas pastan todo el verano y dejan muchos excrementos en la cima más baja (Acuta, 2242 m), ovejas y sarrios alcanzan la cima intermedia (Custodia, 2519 m) pero ya no llegan a las más altas (Tobacor, 2779 m) y Olas (3022 m). Los animales prefieren las orientaciones al S, más abrigadas y con mejor pasto, mientras que desdeñan las parcelas expuestas al N y E, sin duda más quebradas, frías y con escasas hierbas aprovechables.

Palabras clave: Pastos alpinos, alta montaña, Pirineo central.

Introducción

Los efectos del pastoreo en la modificación del paisaje vienen a reflejar la "inserción trófica" del hombre y sus herbívoros en los ecosistemas (Montserrat, 1965 y 1972; Montserrat y Villar, 1995). Ello es particularmente cierto en el caso de las montañas, donde el paisaje agro-silvo-pastoral de la tierra baja se ve sustituido por el silvo-pastoral en altitudes medias y por el pastoral en las zonas altas. En algunas cordilleras, como el Pirineo, donde la civilización ganadera trashumante ha dejado su sello a lo largo de más de un milenio, el pastoreo ha "moldeado" los paisajes de montaña (Villar y Montserrat, 1996), de suerte que en las últimas décadas el abandono pastoral lleva a nuevos equilibrios.

A las estivas productivas se ha llegado después de muchos años de fuego pastoral y pastoreo intenso, con varios tipos de ganado y herbívoros silvestres interaccionando con la hierba a lo largo de la primavera tardía y el verano. Pero como la fragilidad de las montañas está ligada en gran parte a la pendiente y a las consecuentes pérdidas por gravedad (Körner, 1999), el ascenso de los rebaños cada año supone una compensación a esa "exportación" edáfica y vegetal de arriba abajo. Las deposiciones sólidas y líquidas de los herbívoros silvestres y domésticos han ido suministrando materia orgánica que favorece la estructuración de los suelos y suple la conocida falta de algunos oligoelementos como el fósforo, verdadero factor limitante de la productividad primaria (Margalef, 1999); en otras palabras, aumenta su fertilidad y su capacidad productiva de hierba.

El redileo era práctica bastante general en los campos, del mismo modo que el reparto del estiércol por los prados y pastos que circundan las bordas los iba manteniendo mucho más productivos que otros pastos elevados. D. Mariano Rocatallada, tras 60 años de mantener un gran rebaño trashumante de 1500 ovejas, valorando entradas y salidas, reflexionando sobre su modo de

vida, ya lo expresó así en 1877 (Pallaruelo, 1988): "...queda bien demostrado que el ganado [ovino] de por sí es un mal negocio, si no va unido a la agricultura, pues la única ganancia que puede dar es el abono a los campos con el estiércol que deja...".

Hemos podido encontrar muy pocos datos cualitativos o cuantitativos sobre estos excrementos en el alto Pirineo. Nuestro colega Fillat (1980) valoró en cantidad lo que suponían en el piso montano las boñigas de vaca en Ansó-Echo. Luego, para los pastos subalpinos recorridos por vacas y ovejas, Remón y Alvera (1989) y Remón (1997), estudiaron los pastos del Valle de Aísa en dos parcelas a 2190 y 2260 m de altitud y concluyeron: "los pastos que presentan mayor volumen de excrementos son también los más productivos y los más consumidos por el ganado". Sin embargo, la relación entre excrementos y producción del pasto no es directa, como también observaron.

En el marco del proyecto GLORIA-Europe (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments), financiado por la Unión Europea durante los años 2001-2003, nuestro objetivo consiste en relacionar la flora alpina y su dinámica a medio plazo con el cambio climático, y el pastoreo interesa por cuanto variaciones en su intensidad pueden inducir asimismo cambios en la flora. El objeto de esta comunicación consiste en analizar la intensidad de pastoreo, la frecuencia de excrementos hallados y el pisoteo observado en cuatro cimas alpinas durante el verano de 2001.

Metodología

El área de muestreo se halla en los pisos subalpino alto y alpino del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido: cimas de Punta Acuta (2242 m), Punta Custodia (2519 m), Tobacor (2779 m) y Punta de las Olas (3022 m). Se delimitaron 4 parcelas de 1 m^2 por cada punto cardinal, a 5 metros de altitud por debajo del punto culminal, dentro de las cuales se superponía un enrejado de 0,1 x 0,1 m. En cada uno de esos 100 cuadrados elementales se anotaron las siguientes variables: (1) presencia de suelo desnudo o roca; (2) especies vegetales halladas y su cobertura; (3) presencia o ausencia de excrementos de los herbívoros; (4) presencia de plantas comidas o despuntadas por los herbívoros, y (5) huellas o efectos de pisoteo animal. Información detallada sobre esta metodología, que se ha seguido simultáneamente en 17 cordilleras de toda Europa, puede verse en el trabajo de Pauli *et al.* (2003).

Resultados y discusión

La cima inferior (Acuta) viene siendo pastoreada durante los últimos años por un rebaño de cabras durante todo el verano y por ovejas algo menos tiempo. A la segunda (Custodia) llegan ovejas y un hato de sarrios o rebecos (Aldezábal, 2001); a la tercera (Tobacor) solo se acercan algunos sarrios, dada su pedregosidad. Y a más de 3000 m, en la Punta de las Olas, apenas hay rastro de herbívoros.

En la *Tabla 1* se resumen las observaciones realizadas en las 16 + 16 parcelas (1 x 1 m) de las dos cimas inferiores (Acuta y Custodia); las cimas superiores muestran escasas especies pioneras glareícolas o fisurícolas, no se pastan ni hay excrementos. A primera vista ya se ven grandes diferencias. Así, por ejemplo, las parcelas más intensamente pastoreadas, pisoteadas y con abundantes excrementos son las de Punta Acuta, y más concretamente las situadas en exposición S y W. De hecho, el 67 % de las 1600 subparcelas (0,1 x 0,1 m) habían sido pastoreadas y 31 % de ellas mostraron excrementos. Las subparcelas de Custodia presentaron valores mucho menores, sólo en 9,8 % había hierbas comidas y en el 3 % del total se vieron excrementos.

Punta Acuta, Norte. Se trata de un pasto pedregoso bastante inclinado (20º), que cubre menos de la mitad (cobertura entre 25 y 41 %) de un terreno dominado por la gramínea dura *Festuca scoparia*; queda sitio para otras especies que lo caracterizan, como *Helictotrichon sedenense, Rhinanthus mediterraneus, Potentilla tabernaemontani, Lotus alpinus*, etc., pero son más frecuentes las especies relacionadas con el sustrato rocoso (*Borderea pyrenaica, Saxifraga paniculata, Thymus nervosus*, etc.) o con las crestas crioturbadas (*Geranium cinereum, Vitaliana primuliflora*);

Arenaria purpurascens puede relacionarse con la presencia de la nieve. Hay pocos excrementos, las plantas despuntadas y los signos de pisoteo son moderados.

Tabla 1: Recuentos de excrementos, pastoreo y pisoteo en las parcelas de 1 m^2

		ACUTA (2242 m)						CUSTODIA (2519 m)					
	N.º parcela	11	13	31	33	Σ	%	11	13	31	33	Σ	%
N	**Excrementos**	16	4	4	10	34	8,5	1	4	4	5	14	3,5
	Pasto	28	37	4	17	86	22	0	0	0	0	0	0
	Pisoteo	17	45	14	24	100	25	15	14	23	29	81	20,3
S	**Excrementos**	44	62	62	43	211	53	2	1	13	12	28	7
	Pasto	100	100	100	100	400	100	28	48	35	46	157	39,3
	Pisoteo	88	95	100	96	379	95	50	17	88	72	227	56,8
E	**Excrementos**	6	25	16	42	89	22	0	0	2	2	4	1
	Pasto	35	47	62	56	200	50	0	0	0	0	0	0
	Pisoteo	46	60	52	68	226	57	0	0	0	1	1	0,25
W	**Excrementos**	47	48	49	21	165	41	0	0	1	0	1	0,25
	Pasto	100	95	99	100	394	99	0	0	0	0	0	0
	Pisoteo	100	96	99	100	395	99	7	22	14	13	56	14

Punta Acuta, Este. En estos cuadrados observamos mayor actividad de pastoreo (50 % de las parcelas), un número todavía mayor pisoteadas (57 %) y el 22 % muestran algún excremento. Son pastos bastante ricos en especies, entre 20 y 29, pero a diferencia de lo que ocurría al N ya no domina la *Festuca scoparia*, sino la *F. eskia*, y la cobertura no supera el 40 %. Junto a ella hay bastantes plantas de pasto pedregoso como *F. pyrenaica* o *Carex rupestris* y de suelos crioturbados (*Oxytropis pyrenaica, O. campestris, Plantago monosperma, Bupleurum ranunculoides*). Otras plantas del pasto ocupan muy poco (*Lotus alpinus, Potentilla tabernaemontani*) salvo *Helictotrichon sedenense*, la segunda en abundancia.

Punta Acuta, Oeste. Resulta más acogedor para el ganado que los anteriores, ya que hay indicios de pastoreo y señales de pisoteo en prácticamente todas las parcelas (un 99 %). Paralelamente anotamos la presencia de excrementos en el 41 % de ellas. La *Festuca eskia* cubre entre un 12 y un 45 %, más que en las dos exposiciones comentadas (N y E) y sobre todo aparece la joya de la corona en estos pastos, el regaliz de montaña (*Trifolium alpinum*), con una cobertura entre el 20 y el 55 %. Se trata sin duda de un buen pasto, donde el cervuno, *Nardus stricta*, se mantiene a raya por efecto del diente de los herbívoros, el cual permite el encespedamiento (cobertura total entre 84 y 98 %) y como consecuencia de todo ello el número de especies es bajo, entre 8 y 13. Faltan por completo las plantas de roca o de suelos pedregosos y dominan las del pasto alpino como *Campanuda scheuchzeri, Agrostis capillaris, Phyteuma orbiculare, Plantago alpina*, etc. La acidificación superficial del suelo viene señalada por *Calluna vulgaris y Carex caryophyllea*, mientras que *Euphrasia salisburgensis y Cirsium acaule* indicarían el citado pastoreo repetido.

Punta Acuta, Sur. En la solana todas las parcelas muestran los efectos del diente de los herbívoros y de su pisoteo (100 % y 95 %). Igualmente, el 55 % muestran algún excremento, más que en ninguna otra exposición de esta cima y de toda el área estudiada. La cobertura es también alta, entre el 77 y el 96 %. Aquí la *Festuca eskia* es la planta más frecuente, seguida de *F. rubra, Achillea millefolium, Carex caryophyllea* y *Campanula scheuchzeri*. Se trata de la ladera relativamente suave de esta cima, por cuanto la opuesta exhibe cerca un despeñadero de 1000 m, el cañón de Ordesa.

Custodia, Norte. Dada su altitud, 2519 m, hay notables cambios en cuanto a la composición florística se refiere, comparándola con Acuta. La fuerte pendiente (20º) y lo pedregoso del suelo hace

que haya escasos excrementos (3,5 %), poco rastro de pisoteo (20 %) y ninguna planta comida; la única planta algo apetitosa sería el *Helictotrichon sedenense*. De hecho, no hay nunca más de 13 especies y no cubren más del 40 %. Se trata de plantas glareícolas (la piedra aflora hasta en un 80 % de la superficie) y de la nieve (*Saxifraga oppositifolia, Thymus nervosus, Festuca pyrenaica, Saxifraga moschata, Silene acaulis, Geranium cinereum*). Abajo quedaron *Festuca eskia* y *Trifolium alpinum*, aquí escasea *F. scoparia* y vemos algún pie de *F. rubra* y *Trifolium thalii*.

Custodia, Este. Similar a la anterior, pero con mayor pendiente (40º), por lo que la cobertura va del 9 al 26 %, y solo hay de 5 a 9 especies. Todas son, en efecto, pioneras de alta montaña (*Saxifraga oppositifolia, Potentilla nivalis*), de roca como *Saxifraga paniculata* o de suelo crioturbado como *Geranium cinereum* y *Ranunculus heterocarpus*. Piedra y nieve –como ya va dicho– nos indica *Arenaria purpurascens*. Con un lugar tan quebrado y especies tan poco apetitosas el pastoreo es inapreciable y sólo se observaron excrementos en una cuadrícula elemental.

Custodia, Oeste. Aquí había algún indicio más de pisoteo (14 %) pues la pendiente es menor (20º); apenas se vio algún excremento y no se anotó pisoteo. Vimos muy pocas especies, todas de escasa cobertura y algunas nivícolas como *Leucanthemopsis alpina, Gentiana nivalis* y *Festuca glacialis*. Probablemente el *Trifolium thalii* sea la planta más apetitosa, pero es rarísima.

Custodia, Sur. Es el punto menos inhóspito en esta cima, como en la Punta Acuta, pues la pendiente es suave (15º) y el pasto llega a encespedar (70-75 %). La acción del diente se vio en un 40 % de las parcelas, más de 55 % de ellas estaban pisoteadas, pero había pocos excrementos (7 %). Se nota cómo la citada acción de los sarrios y ovejas favorece alguna planta del pasto: *Lotus alpinus, Potentilla tabernaemontani, Festuca rubra* dominantes y, sobre todo, *Helictotrichon sedenense* (puede llegar a cubrir el 40 %). La presencia mínima de *Thalictrum alpinum* nos recuerda la altitud y la innivación creciente.

Tobacor y Punta de las Olas. Casi todo es piedra y la innivación se prolonga hasta la segunda mitad de agosto. Apenas hay excrementos o acción visible de los herbívoros; rara vez llega algún sarrio, pues cerca hay lugares más seguros para varios hatos de ellos con un césped productivo de *Trifolium thalii*. El único animal que vimos fue un roedor. Todas las plantas son pioneras de alta montaña: *Leucanthemopsis alpina, Saxifraga iratiana, S. oppositifolia, Poa alpina*, y sobre todo, la más bonita de las cimas de 3000 m, además endémica pirenaica, *Androsace ciliata*.

Entrando en la discusión, por los datos hasta ahora publicados, sólo se había hallado una cantidad significativa de excrementos –en pastos altos del Pirineo Aragonés– hasta 2260 m de altitud (Remón y Alvera, 1989; Remón, 1997) en el valle de Aísa. Nuestras observaciones elevan esos restos orgánicos hasta los 2500 m en la cima de Custodia. En las parcelas estudiadas por dichos autores, los pastos de *Festuca eskia* mostraron pocos excrementos, seguramente porque en dicho valle hay otros pastos más apetitosos bien cerca.

Ahora bien, en Punta Acuta, a unos 2200 m, esa misma comunidad mostró abundancia de excrementos (ovejas y cabras), en especial cuando dicha gramínea dura va acompañada del regaliz de montaña (*Trifolium alpinum*). Nos podemos preguntar por qué están tan pisoteadas estas parcelas solanas y por qué los animales despuntan tanto una planta dura como *F. eskia*. La razón es que se trata de lo que llaman los pastores un "acaloradero" o venteadero, donde debe soplar brisa incluso en los momentos álgidos del día. Como en esta cima ya no hay ningún elemento leñoso, se suple la ausencia de sombra por el punto más fresco. En este caso no hemos visto nunca herbívoros silvestres, hecho que coincide con lo observado por Aldezábal (2001).

Unos 300 m más arriba, la cima de Custodia nos muestra predominancia de plantas del piso alpino; la innivación sin duda es considerablemente mayor y el césped donde se ven excrementos mucho más raso. En este caso serían los herbívoros silvestres –sarrios– los que más llegarían, y esporádicamente las ovejas. A mayor altitud, ya la cima del Tobacor (2779 m) muestra únicamente plantas pioneras y su relieve difícil hace que sólo lleguen los sarrios muy esporádicamente.

Conclusión

El aprovechamiento pastoral, con distintas intensidades, alcanza los 2600 m de altitud en el Macizo del Monte Perdido y debe ser tenido en cuenta en la evolución futura de la vegetación a esos niveles. Por encima de esta cota, es evidente que lo mineral domina por todas partes y las manchas de ventisqueros con *Salix retusa*, etc. se mantienen todo el verano; entonces, el efecto de los herbívoros resulta inapreciable. Únicamente algún sarrio llega a cimas de 3000 m, cerca del piso subnival, como vimos en la Punta de las Olas, donde solo hallamos excrementos en una parcela.

Como era de esperar, la cobertura de la vegetación condiciona mucho el pastoreo, el pisoteo y la frecuencia de excrementos. La huella de esos tres factores se observa bien en las exposiciones S, microclimáticamente más acogedoras y con mejor pasto: Las vertientes N y E reciben menos herbívoros, por su mayor pendiente o peligrosidad, así como por las escasez de plantas del pasto y la predominancia de especies fisurícolas y glareícolas. Finalmente, pedregosidad, viento y nieve hacen tan inhóspitas –incluso en verano– las cimas de 2700 – 3000 m que apenas son visitadas por los herbívoros silvestres, y nunca por los domésticos.

Agradecimientos

A. de la Nuez, G. Sanz y H. Pauli nos ayudaron en los trabajos de campo. La dirección del Parque Nacional facilitó nuestro estudio. A todos ellos, gracias.

Referencias bibliográficas

ALDEZÁBAL, A., 2001. *El sistema de pastoreo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Pirineo Central, Aragón). Interacción entre la vegetación supraforestal y los grandes herbívoros*. Consejo de Protección de la Naturaleza, 317 pp. Zaragoza (España).

FILLAT, F.,1980. *De la trashumancia a las nuevas formas de ganadería extensiva. Estudio de los valles de Ansó, Hecho y Benasque*. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, 572 pp. Madrid (España).

KÖRNER, C., 1999. *Alpine plant life*. Springer, 538 pp. Berlín (Alemania).

MARGALEF, R., 1999. Elements limitants, explotabilitat i diversitat. Homenatge a Bolòs i al fòsfor. *Acta Bot. Barcinon.*, **45,** 633-643.

MONTSERRAT, P., 1965. Los sistemas agropecuarios. *Anales Edaf. y Agrobiol.*, **24(5-6),** 343-351.

MONTSERRAT, P., 1972. Estructura y función de los agrobiosistemas. *Pastos*, **2(1),** 128-141.

MONTSERRAT, P.; VILLAR, L., 1995. Los agroecosistemas. En: *Historia Natural'93,* 157-168. Ed. L. VILLAR. Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Jaca (Huesca, España).

PALLARUELO, S., 1988. *Pastores del Pirineo*. Mº de Cultura, 230 pp. Madrid (España).

PAULI, H.; GOTTFRIED, M; HOHENWALLNER, D; HÜLBER, K.; REITER, K.; GRABHERR, G., 2003. *Global Research Initiative in Alpine Environments (GLORIA). The multi-summit approach. Field manual*. Universidad de Viena (Austria). [www.gloria.ac.at].

REMÓN, J.L., 1997. *Estructura y producción de pastos en el Alto Pirineo Occidental*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, 290 pp. Universidad de Navarra. Pamplona (España).

REMÓN, J.L.; ALVERA, B., 1989. Biomasa y producción herbácea en un puerto pirenaico de verano. *Options méditerranéennes, Ser. Séminaires,* **3,** 289-292.

VILLAR, L.; MONTSERRAT, P., 1996. El pastoreo que moldea los paisajes de montaña. En *XXXVI Reunión Científica de la SEEP,* 121-124. Logroño (España).

GRAZING EFFECTS AND EXCREMENTS ON THE ALPINE LEVEL OF THE ORDESA AND MONTE PERDIDO NATIONAL PARK

SUMMARY

When studying the effect of climatic change on the alpine flora, the grazing action is an ecological factor to be considered. In the target region of the Monte Perdido (Central Pyrenees, Spain), between 2200 and 3000 m of altitude, we noted on the permanent plots the grazed species, the presence of depositions, the trampling effects and so on. Goats and sheep overgrazed and left many excrements at Punta Acuta (2242 m); sheep and chamois grazed not so strongly on Custodia peak (2519 m); and no herbivors reached the two highest peaks (Tobacor, 2779 m) and Olas (3022 m). Grazing animals clearly chozen S slopes, as the correspondent pastures were better and they are sheltered. On the contrary, N and E aspects were colder, steeper, and also without profitable herbs.

Key words: Alpine pastures, high mountain level, Central Pyrenees.

RELACIONES TRÓFICAS Y SELECCIÓN DE RECURSOS POR EL MUFLÓN (*Ovis musimon*) Y EL GAMO (*Dama dama*) EN LA SIERRA DE CAZORLA

T. Martínez Martínez

Instituto Madrileño de Investigación Agraria (IMIA). Comunidad de Madrid. El Encín, Apdo 127. Alcalá de Henares. E-mail: teodora.martinez@imia.madrid.org

Resumen

Se analizan las relaciones tróficas y el índice de selección de las especies de plantas que componen la dieta del muflón (*Ovis musimon*) y el gamo (*Dama dama*) en el Sureste de Andalucía (Sierras de Cazorla y Segura). La dieta se evaluó a partir del análisis de los contenidos estomacales. El gamo y el muflón tuvieron hábitos alimentarios similares, ya que consumieron principalmente plantas herbáceas, siendo las gramíneas el grupo más consumido por ambas especies. En la dieta del muflón tuvieron mayor relevancia los árboles-arbustos y las hierbas; y en la del gamo los caméfitos. El muflón y el gamo seleccionaron positivamente el grupo de las graminoides y los caméfitos, y negativamente el grupo de los árboles-arbustos y el de las hierbas. El no ser muy alto el solapamiento entre las dietas (51 %) y la variación de los índices de selección de las distintas especies consumidas por ambos herbívoros, sugiere la diferenciación cuantitativa y cualitativa de las dietas con el fin de evitar interferencias. Las dos especies optaron por una dieta generalista y se comportaron como pascícolas no estrictos debido a la importancia de la vegetación leñosa en ambas dietas (30 %).

Palabras clave: Dieta, solapamiento, índice de selección, contenidos estomacales.

Introducción

Cuando en un medio conviven rumiantes de hábitos alimentarios próximos es importante analizar las relaciones tróficas que se establecen entre ellos, así como conocer las especies de plantas que seleccionan, para lo cual se utilizan índices obtenidos en función del consumo y la disponibilidad de los recursos. Factor este último de suma importancia en los estudios de alimentación de rumiantes. De acuerdo con Heroldova (1997), la similitud de dieta de especies de ungulados simpátricos depende principalmente de su especialización trófica y de la disponibilidad de alimento. Los índices aunque no explican el fundamento de la cuantificación y cualificación de las dietas, si que dan una información muy válida en cuanto a especies preferidas o rechazadas y ayudan a explicar las estrategias alimentarias de las herbívoros. Así, observamos especies con pequeños aportes en la composición de la dieta y a la vez, índices de selección elevados resultado de su relativa escasez en el medio; sin embargo, aún siendo especies preferidas y de alto valor nutritivo no podrían cubrir las necesidades del animal debido a su escasa abundancia. En sentido opuesto, están los recursos que sin tener índices elevados, son abundantes y suponen cantidades relevantes en la dieta aunque su valor nutritivo no sea elevado. En consideración a todo lo anterior, en este trabajo, se analiza y compara la dieta del gamo y el muflón, se estima el grado de solapamiento y los índices de selección de las especies que componen la dieta de ambos ungulados.

Parámetros todos ellos de interés para la gestión de sus poblaciones, dado que el gamo y el muflón suelen ser grandes consumidores de vegetación herbácea y se pueden producir grados de interferencia entre ellos, en un hábitat mediterráneo de carácter limitante en cuanto a la producción de pasto.

Material y métodos

El área de estudio se encuentra al Este de Andalucía en las Sierras de Cazorla y Segura (Provincia de Jaén). El clima se caracteriza por veranos muy calurosos e inviernos con frecuentes heladas y nevadas considerables en las zonas altas. Comprende dos pisos de vegetación: El Piso Supramediterráneo definido por la Serie Supramesomediterránea Bética, basófila de *Quercus faginea* y por la Serie Supramediterránea Bética, basófila de *Q. rotundifolia*; y el Piso Oromediterráneo definido por la Serie Oromediterránea Bética, basófila de *Juniperus sabina.*

La dieta de los dos rumiantes se evaluó a partir del análisis de los contenidos estomacales. Se utilizaron 24 muestras de gamo y 15 de muflón. La descripción del método se explica ampliamente en Martínez (1992), haciéndose aquí una breve descripción. Se tomó una muestra de un litro del contenido del rumen, se lavó con agua a presión sobre tamices de malla fina (1mm^2) y se separaron los fragmentos correspondientes en las distintas especies o grupos de plantas. Los datos se expresaron en porcentajes de biomasa de las especies identificadas respecto al total de la muestra analizada. Para la identificación de las especies se utilizaron herbarios del área de estudio y técnicas de microscopia. Estas últimas para la identificación y cuantificación de las especies monocotiledóneas a partir de las estructuras celulares de su epidermis. La composición de la dieta se analizó por especies, por grupos tróficos o de plantas (árboles-arbustos, subarbustos-caméfitos, herbáceas graminoides (gramíneas-ciperáceas) y herbáceas no graminoides o hierbas (resto de herbáceas)), y también por plantas leñosas y herbáceas. La diversidad de dieta se calculó a partir del índice de Shannon-Weaver, $H = -\sum p_i \log_{10} P_i$. La comparación de la dieta se hizo a partir del rango de correlación de Spearman y del índice de similitud de Kulczynski; ISK=(2W/a+b)x100. W=al menor porcentaje de un recurso común en los dos parámetros a comparar. (a+b)=Suma total de porcentajes de recursos de los dos parámetros que se comparan. La selección de especies de plantas se estimó a partir del Indice de Selección de Ivlev: IS=Consumo-Disponibilidad/Consumo+Disponibilidad. La disponibilidad de los recursos leñosos y herbáceos se describe en Martínez (1992).

Resultados y discusión

Dieta

La dieta del muflón y el gamo, junto con los índices de selección de los recursos que la compone (especies de plantas con porcentajes ≥ a 1 %) se resumen en la tabla 1. El consumo de los grupos de plantas se muestra en la tabla 2.

En la dieta del muflón se identificaron 107 especies, sin embargo el 86,1 % de la dieta lo constituyen 22 especies. La diversidad de la dieta fue de 1,48 bits. Las plantas leñosas constituyeron el 28,6 % de la dieta , siendo el grupo de los árboles y arbustos el que aportó mayor cantidad, destacando *Quercus rotundifolia* (6,6 %) y *Cytisus reverchonii* (2,2 %); los caméfitos supusieron un 11,5 %, teniendo interés *Echynospartum boissieri* (3,3 %). Las plantas herbáceas se consumieron abundantemente (70,4 %), especialmente las graminoides que fue el grupo más consumido, conviene mencionar a *Oryzopsis paradoxa* (10,9 %) y con cantidades inferiores (entre el 6,4 % y el 3%) a *Festuca rivularis, F. plicata, Carex hallerana, F. arundinacea* y *Helictotrichon filifolium.* Las herbáceas no graminoides fue el segundo grupo en importancia, siendo *Cirsium hispanicum* (5,7%) y *Asphodelus cerasifer* (3,3 %) las especies de mayor interés. La plantas criptógamas supusieron el 1 % de la dieta.

La dieta del gamo estuvo compuesta por 98 especies, constituyendo el 81,7 %, 28 de ellas. Su diversidad fue 1,41 bits. Las plantas leñosas constituyeron el 32,6 % de la dieta, el grupo de los

árboles-arbustos es el que supuso menos interés, y sólo *Pinus nigra* con un 6,2 % tuvo relevancia; los caméfitos contribuyeron apreciablemente a la dieta con el 20,8 %, destacando *Erinacea anthyllis* (9,4 %) y *Echynospartum boissieri* (4,7 %). El gamo, al igual que el muflón, consumió mayoritariamente plantas herbáceas (66,4 %), de ellas, las graminoides fue el grupo más relevante, especialmente *Oryzopsis paradoxa, Festuca arundinacea, Carex hallerana, Poa bulbosa, Cynosorus echinatus* y *Stipa aristella* (dentro del rango del 5,2 % y del 2,7 %). El grupo de las herbáceas no graminoides se consumió un 9 %, destacando *Asphodelus cerasifer*. El 1 % restante fueron plantas criptógamas.

Tabla 1: Composición de la dieta (% en bioma ≥1%) del muflón y el gamo e índices de selección de las especies de plantas en la Sierra de Cazorla y Segura.

	Muflon %	IS %	Gamo %	IS %
Arboles y arbustos				
Quercus rotundifolia	6,6	0,05	0,9	-0,72
Cytisus reverchonii	2,2	0,17	0,2	-0,70
Pinus nigra	2,0	0,83	6,2	0,90
Crataegus monogyna	1,8	0,20	0,6	-0,30
Prunus mahaleb	1,5	0,63	0,8	0,34
Otras	3,0	-	3,1	-
Caméfitos				
Echynospartum boissieri	3,3	0,96	4,7	0,97
Helianthemum croceum	1,2	0,90	0,9	0,86
Erinacea antyllis	0,9	0,87	9,4	0,97
Teucrium sp.	0,8	0,83	2,2	0,97
Genista Cazorlana	-		2,5	0,94
Otras	6,2	-	1,1	-
H. Graminoides				
Oryzopsis paradoxa	10,9	0,54	5,2	0,26
Festuca rivularis	6,4	0,78	0,7	0,05
Festuca plicata	6,2	0,40	2,3	-0,01
Carex hallerana	5,5	0,51	3,7	0,38
Festuca arundinacea	4,7	0,03	4,7	0,07
Helictotrichon filifolium	3,0	0,22	1,7	-0,02
Koeleria hispanica	2,5	0,75	2,0	0,71
Brachypodium sylvaticum	2,4	-0,26	1,8	-0,41
Poa bulbosa	1,7	0,07	2,8	0,33
Festuca hystrix	1,6	-0,59	-	-

	Muflon %	IS %	Gamo %	IS %
H. Graminoides				
Festuca scariosa	1,4	-0,24	1,7	0,11
Dactylis glomerata	1,4	0,60	2,1	0,73
Festuca rubra	1,3	-0,40	-	-
Cynosorus echinatus	1,2	0,70	2,7	0,86
Aegilops triaristata	1,1	-0,39	2,3	0,28
Carex sp,	0,7	-0,43	2,2	0,14
Brachypodium ramosum	-	-	1,7	-0,02
Arrhenatherum bulbosum	-	-	2,0	0,46
Sesleria argentea	-	-	2,6	0,56
Bromus sp,	-	-	1,7	-0,29
Stipa aristella	-	-	2,7	-0,21
Aegilops ovata	-	-	2,0	0,92
Avena sp,	-	-	1,7	0,95
Otras	1,0	-	7,1	-
H. no graminoides				
Cirsium hispanicum	5,7	0,80	0,5	-0,10
Asphodelus cerasifer	3,3	0,42	5,3	0,63
Rubia peregrina	1,0	0,62		
Sanguisorba lateriflora	1,2	0,80	0,3	0,06
Cirsium sp,	1,1	0,60	-	-
Aphyllantes monspeliensis	-	-	1,0	0,58
Otras	5,1	-	1,9	-
CRIPTOGAMAS	1,0		1,0	-

Tabla 2: Consumo, índices de solapamiento (ISK), e índices de selección (IS) de los grupos de plantas consumidos por el gamo y el muflón.

GRUPOS DE PLANTAS	Muflon %	Gamo %	ISK %	IS Muflón	IS Gamo
Árboles y arbustos	17,1	11,8	20,8	- 0,25	- 0,46
Caméfitos	11,5	20,8	53,0	0,93	0,96
Herbáceas graminoides	53,0	57,4	57,2	0,02	0,09
H. no graminoides (Hierbas)	17,4	9,0	45,4	- 0,05	- 0,34

Comparación y solapamiento de dietas

El gamo y el muflón tuvieron una dieta bastante similar referente al consumo de los grupos de plantas más relevantes; sin embargo, presentaron diferencias cuantitativas y cualitativas importantes. Así, *Quercus rotundifolia* tuvo interés para el muflón y muy escaso para el gamo, por el contrario, *Erinacea anthyllis* fue la especie más consumida por el gamo y escasamente por el muflón; las acículas de pino también tuvieron gran interés para el gamo, hecho ya constatado por Caldwel *et al.* (1983). En el grupo de las gramíneas hay que mencionar que el gamo consumió mayor número de especies que el muflón; en cambio, este último, consumió especies como *Oryzopsis paradoxa*, *Festuca rivularis* y *F. plicata* en cantidades bastante superiores a las consumidas por el gamo. Referente a los grupos tróficos, el muflón consumió doble cantidad de hierbas que el gamo, mientras que éste último consumió doble cantidad de caméfitos que el muflón.

Se observó correlación entre las dietas del muflón y el gamo ($r_s = 0.59$, $P < 0.001$, ($n = 51$) y el solapamiento fue del 51 %; algo superior (60 %) fue el observado por Cuartas (1992) en la misma zona. También correlacionó el componente leñoso de ambas dietas ($r_s = 0.74$, $P<0.001$, $n=26$), obteniéndose un solapamiento del 40 %, y el componente herbáceo ($r_s = 0.52$, $P < 0.05$, ($n=22$)), que presentó un solapamiento del 52,5 %. El solapamiento más elevado se observó en el grupo de las gramíneas (tabla 2). Los dos ungulados son grandes pastadores y consumieron abundantes gramíneas, hecho ya constatado para ambos géneros (Cuartas, 1992; Martínez, 1999, 2001; Palacios *et al.*, 1980). El alto consumo de vegetación herbácea por parte de ambos ungulados sugiere que podría producirse competencia por el alimento si existiera un amplio solapamiento entre hábitats ya qué las zonas ocupadas por pastizales no son abundantes. Sin embargo, ambos herbívoros generalmente ocupan distintas áreas en relación con la altitud, con escaso solapamiento en algunas localidades y períodos (Fandos, 1986). Por otra parte, el no ser excesivamente elevado el solapamiento entre las dietas indica su diferenciación y diversificación con el fin de evitar competencias o interferencias.

El gamo y el muflón además de consumir mayoritariamente material herbáceo, consumieron una cantidad importante (alrededor del 30 %) de plantas leñosas. Los resultados, aunque manifiestan las mismas tendencias, difieren de los mostrados por Rodríguez Berrocal y Molera (1985) para el gamo, que obtienen un 90 % para la vegetación herbácea y un 10 % para la leñosa. Sin embargo, los obtenidos por Cuartas (1992) fueron similares a los nuestros.

Selección de recursos por el muflón y el gamo

De acuerdo con la tabla 2, en la vegetación leñosa se observa que el grupo de los árboles y arbustos presentó índice de selección negativa tanto por parte del muflón como del gamo. Sin embargo, el presentado por el muflón fue más bajo, y todas las plantas consumidas en proporciones superiores al 1 % presentaron índices positivos; en cambio, las consumidas por el gamo presentaron índices bastante más bajos, especialmente *Quercus rotundifolia* y *Cytisus reverchonii*. Es interesante mencionar que *Pinus nigra* fue bastante relevante en la dieta del gamo y también tuvo cierto interés para el muflón. Esta especie presentó un índice de selección muy alto en función de su consumo y la disponibilidad estimada para las plantas leñosas. Sin embargo, esto no sería definitivo ya que la biomasa aportada por las acículas secas (que son las que aparecen en los rúmenes) no fue evaluada; consiguientemente, es probable, que las acículas de pino al ser abundantes no habrían sido seleccionadas. El grupo de los caméfitos presentó índices de selección superiores a 0,9 para los dos rumiantes, siendo los índices de todas las especies consumidas, positivos y bastante elevados, destacando especialmente los de *Echynospartum boissieri* y *Erinacea anthyllis* tanto para el muflón como para el gamo.

Respecto a la vegetación herbácea el grupo de las herbáceas graminoides presentó selección positiva por parte de los dos ungulados, siendo algo superior la del gamo (tabla 2). Gran parte de las gramíneas consumidas por los dos herbívoros presentaron índices positivos, aunque variaron

cuantitativamente de una especie a otra. El muflón presentó los índices de selección más altos para *Festuca rivularis, Koeleria hispanica, Cynosurus echinatus*, y los más bajos, para *Festuca hystrix, F. rubra* y *Carex* sp. Por otra parte, el gamo los mostró por *Aegilops ovata, Avena* sp., *Cynosurus echinatus, Anthoxanthum odoratum* y *Dactylis glomerata;* los más bajos se observaron en *Brachypodium sylvaticum* y *Bromus* sp.

La variación de los índices de selección de las plantas para ambos herbívoros sugiere las diferencias cuantitativas y cualitativas entre ellas.

Conclusiones

La vegetación herbácea, especialmente las gramíneas, fueron una parte muy importante de la dieta del muflón y el gamo. El muflón consumió mayor cantidad de vegetación arbustiva-arbórea que el gamo; por el contrario, el grupo de los subarbustos-caméfitos tuvo más relevancia para el gamo. El muflón y el gamo seleccionaron positivamente el grupo de las graminoides, siendo mayor el índice de selección por parte del gamo. Los árboles-arbustos y las hierbas fueron seleccionadas negativamente por ambos ungulados, sin embargo el índice de selección de ambos grupos, y especialmente el de las hierbas fue mayor por parte del muflón.

Los diferentes índices de selección de los recursos por parte de ambos herbívoros y el no ser muy alto el solapamiento de dieta sugiere su diferenciación cuantitativa y cualitativa con el fin de evitar interferencias. Ambos herbívoros se comportaron como generalistas y pascícolas no estrictos.

Referencias bibliográficas

CALDWELL, J.F.; CHAPMAN, D.I.; CHAPMAN, N., 1983. Observations on the autumn and winter diet of Fallow deer (*Dama dama*). *Notes from the Mammal Society*, **47**; 559-564.

CUARTAS, P., 1992. *Herbivorismo de grandes mamíferos en un ecosistema de montaña mediterránea.* Tesis Doctoral. U. de Oviedo, 290 pp., Oviedo.

FANDOS, P., 1986. *Aspectos ecológicos de la población de cabra montés (Capra pyrenaica schinz, 1838) en la Sierras de Cazorla y Segura (Jaen)* . Tesis Doctoral. Fac. de C. Biológicas, U. C. de Madrid, Madrid, (España).

HEROLDOVÁ, M.,1997. Trophic niches of three ungulate species in the Pálava Biosphere Reserve. *Acta Sc. Nat. Brno*, **31(1)**, 52.

MARTÍNEZ, T., 1992. *Estrategia alimentaria de la cabra montés (Capra pyrenaica) y sus relaciones tróficas con los ungulados silvestres y domésticos en Sª Nevada, Sª de Gredos y Sª de Cazorla.* Tesis Doctoral. Fac. de C. Biológicas, U. C. de Madrid, 521 pp. Madrid, (España).

MARTINEZ, T., 1999. Dieta del muflón (*Ovis musimon*) en invierno, primavera y por sexos en el Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas. Libro de la XXXIX Reunión Científica de la S.E.E.P.: 427- 434.

MARTINEZ, T., 2001. Dieta del gamo (*Dama dama*) en el sudeste español. En: *Biodiversidad en Pastos*; 687- 692. CIBIO. Generalitat Valenciana, (España).

PALACIOS, F.; MARTINEZ, T.; GARZON, P., 1980. Datos sobre la ecología alimentaria del ciervo (*Cervus elaphus hispanicus*, HILZHEIMER 1909) y el gamo (*Dama dama*, LINNE 1758) durante otoño e invierno en el Parque Nacional de Doñana. En: *Actas de la II Reunión Iberoamericana Cons. Zool. Vert.*, 444-454. Arequipa, (Peru).

RODRIGUEZ BERROCAL, J.; MOLERA, M., 1985. Aprovechamiento de recursos alimenticios naturales: Contribución al estudio de la dieta del gamo (*Dama dama*) y del muflón (*Ovis musimon*) en el área ecológica de la Sierra de Cazorla. *Arch. Zootec.*, **128,** 3-25.

TROPHIC RELATIONSHIPS AND RESOURCES SELECTION BY MOUFLON (*OVIS MUSIMON*) AND FALLOW DEER (*DAMA DAMA*) IN (SOUTHEASTERN OF SPAIN)

SUMMARY

This paper analyses the trophic relationships and the plant species selection by mouflon (*Ovis musimon*) and fallow deer (*Dama dama*) in Sierras of Cazorla and Segura (Southeastern of Spain). Stomach content was used as the basis for the diet evaluation. Fallow deer and mouflon had similar feeding habits (consumed large amounts of herbaceous vegetation). Mouflon consumed most trees-shrubs and forbs, while the fallow deer consumed most chamaephytes. There was a significant correlation between the two diets, with an overlap of 51 %. Two species had generalist diets. None of the tow ungulates had absolutely definitive diets that could class them strictly grazers. The fallow deer and mouflon selected positively graminoides and chamaephytes, and negatively trees-shrubs and forbs. The no excessively high diet overlap and resources selection indices variation of both ruminants suggest cuantitative and cualitative differences in the diets.

Key words: Diet overlap, species selection index, stomach contents.

SELECCIÓN DE HERBÁCEAS DE DOÑANA POR CONEJOS: EXPERIMENTOS DE CAFETERÍA

A. Donald[1], I. López Albacete[2], P. Galindo[2], E.C. Retamosa[2], D. Jordano[2], J. Fernández Haeger[2] y R. Villar[2]

[1] Dept of Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, Sheffield, S10 2TN, Reino Unido. [2] Área de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, 14071 Córdoba, España. E-mail: bv1vimor@uco.es

Resumen

El objetivo de este estudio es evaluar las preferencias de los conejos por las principales especies de plantas herbáceas que crecen en claros y en parcelas desbrozadas del matorral del Parque Nacional de Doñana. Para ello se han realizado experimentos de cafetería con conejos. En un área experimental y bajo condiciones controladas se ofrecía a un conejo durante un tiempo fijo un conjunto de muestras frescas de las especies recogidas en Doñana. Durante el transcurso de cada experimento se registraba que especies eran consumidas por el animal, y cuanto tiempo dedicaba éste a cada especie.

Todas las especies investigadas presentaron una palatabilidad marcadamente inferior a la alfalfa (*Medicago sativa*), que usamos como control. Los conejos se mostraron bastante selectivos con las plantas de Doñana. La especie más consumida de monte blanco fue *Malcolmia lacera* y la menos consumida fue *Centaurea melitensis*. Las especies más consumidas en monte negro fueron *Lotus arenarius* y *Chaetopogon fasciculatus* y la menos consumida fue *Centaurea exerata*.

Palabras clave: manejo, matorral, palatabilidad, preferencia.

Introducción

En España el conejo es la presa básica de al menos 29 especies de depredadores. Entre ellas se incluyen algunas en peligro de extinción como el lince ibérico (*Lynx pardina*) y el águila imperial (*Aquila adalberti*) (Delibes y Hiraldo, 1980; González *et al.*, 1990). En el Parque Nacional de Doñana, como en otras áreas, la población de conejos viene sufriendo un progresivo declive (Beltrán, 1991).

Estas circunstancias determinaron que desde 1990 se estén realizando desbroces selectivos de parcelas de matorral senescente, con el objetivo de fomentar el desarrollo de pastizales y mejorar así la calidad del hábitat para el conejo. El desbroce del matorral favorece el aumento de producción de la biomasa de herbáceas (López *et al.* (2001). Sin embargo, cabe esperar que no todas las especies de herbáceas respondan de forma similar a los tratamientos de desbroce, ni que sean equivalentes en términos de palatabilidad y de calidad nutritiva para los conejos, que pueden ser bastante selectivos (Soriguer, 1988).

Así pues, se desconocen dos aspectos cruciales para evaluar debidamente los resultados de los desbroces en Doñana: 1) la estructura y dinámica de los pastizales que eventualmente aparecen

en las parcelas desbrozadas (que abordamos en otro trabajo), y 2) las preferencias alimenticias de los conejos que pastan en dichas parcelas.

La información existente sobre la alimentación del conejo se refiere bien a otras áreas geográficas (p.ej: Díaz, 2000; Chapuis y Lefeuvre, 1981) o bien a Doñana pero en otros hábitats muy diferentes (Soriguer, 1988).

Para poder establecer conclusiones válidas sobre selección y preferencia hay que comparar las magnitudes relativas de consumo con las de disponibilidad. Un método establecido son los experimentos de cafetería (Krebs, 1989), que consisten en suministrar cantidades conocidas de distintos tipos de alimentos y registrar el consumo de cada uno de ellos. El diseño del experimento permite controlar el número y la biomasa de las especies de plantas ofertadas, así como posibles efectos de su posición espacial. Hemos llevado a cabo este tipo de experimentos de cafetería con conejos y plantas, con el objetivo de establecer una clasificación de especies herbáceas de Doñana en función de la preferencia mostrada por los conejos. Ello permitirá evaluar la calidad de los nuevos pastizales en las parcelas desbrozadas en función de la abundancia y biomasa tanto de especies preferidas por los conejos, como de especies que los conejos evitan por su baja calidad nutritiva y/o palatabilidad.

Material y métodos

Utilizamos diez conejos de granja cruzados con silvestres, más manejables que los silvestres y cuyas preferencias alimenticias resultaron ser similares a las de aquellos (evaluada en un esperimento piloto).

Las plantas utilizadas en los experimentos se recolectaron en el monte blanco o jaguarzal y en el monte negro o brezal del P. N. de Doñana (Rivas Martínez *et al.*, 1980). Seleccionamos las especies dominantes y otras que son habitualmente consumidas por los herbívoros (p. ej.: *Lotus arenarius*, *Lotus subbliflorus*, obs. pers). La lista completa de especies utilizadas aparece en la Tabla 1. En todos los experimentos se utilizó además alfalfa (*Medicago sativa)* como control, por su alta palatabilidad y calidad nutritiva.

Tabla 1: Especies utilizadas en las pruebas de palatabilidad y el tipo de vegetación en la que se encuentran en el Parque Nacional de Doñana.

Codigo	Especie	Familia	Tipo de vegetación
Con	*Medicago sativa*	Fabaceae	Monte blanco
Mal	*Malcolmia lacera*	Brassicaceae	Monte blanco
Ono	*Ononis cossoniana*	Fabaceae	Monte blanco
And	*Andryala arenaria*	Compositae	Monte blanco
Lin	*Linaria viscosa*	Scrophulariaceae	Monte blanco
Ech	*Echium plantagineum*	Boraginaceae	Monte blanco
Car	*Carduus meonanthus*	Compositae	Monte blanco
Cen1	*Centaurea melitensis*	Compositae	Monte blanco
Cha	*Chamaemelum mixum*	Compositae	Monte blanco
Hyp	*Hypericum humifusum*	Gutiferaceae	Monte intermedio-negro
Lot2	*Lotus arenarius*	Fabaceae	Monte negro
Chae	*Chaetopogon fasciculatus*	Poaceae	Monte negro
Agr	*Agrostis stolonifera*	Poaceae	Monte negro
Lot1	*Lotus subbiflorus*	Fabaceae	Monte negro
Cen2	*Centaurea exerata*	Compositae	Monte negro

En cada experimento se colocó un conejo en una arena experimental circular de 2 m de diámetro. En ella se dispuso aleatoriamente una muestra de diez gramos de cada especie de herbácea seleccionada (hojas y tallo), bien del grupo de especies propias del matorral de "monte blanco", bien del de "monte negro" (brezal). Durante media hora se registró el tiempo que el animal dedicaba al consumo de cada una de las especies ofertadas. El tiempo de consumo estaba correlacionado positivamente con la biomasa consumida (ver resultados), y por tanto la proporción de tiempo dedicado al consumo de una especie mide la preferencia por dicha especie y es un índice de su palatabilidad.

Los resultados de estos experimentos en que se incluyen un amplio número de especies permitirán discriminar grupos de especies palatables (muy seleccionadas) de especies intermedias y de especies no palatables y/o tóxicas, que son escasamente consumidas. Para discriminar dentro de los dos últimos grupos se realizó una segunda serie de experimentos. En ellos la oferta de especies excluía a la alfalfa y a las especies más consumidas en la primera serie de experimentos. Por lo demás se siguió el mismo protocolo experimental antes expuesto.

Dada la naturaleza de los datos obtenidos, para su análisis estadístico utilizamos el test no paramétrico de Kruskal-Wallis (SPSS, 1998) y a posteriori el test no parámetrico de Dunn para comparaciones entre pares de especies (Zar, 1984).

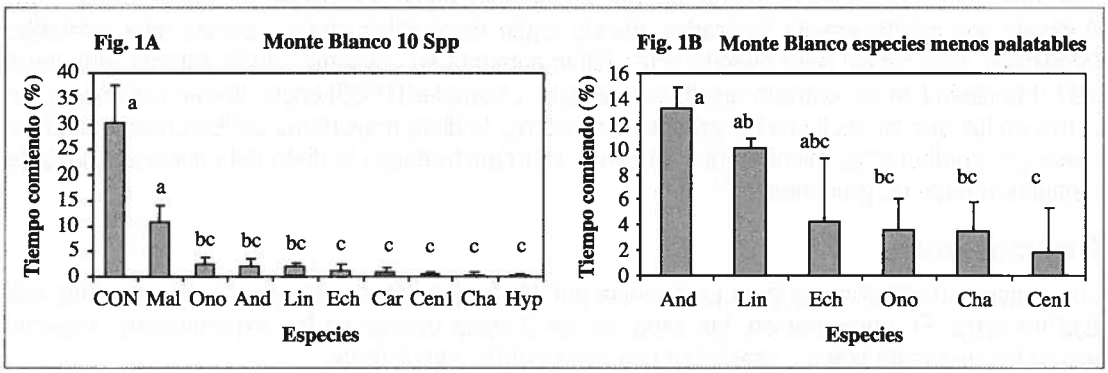
Resultados

En algunos experimentos se realizaron medidas de biomasa consumida y se comprobó que el tiempo consumido estaba correlacionado positivamente con la biomasa consumida (r^2= 0,71; p<0,01).

Los resultados obtenidos en la primera serie de experimentos usando el grupo de especies del "monte blanco" se muestran en la figura 1 A. Como era de esperar, la especie más consumida fue el control (*Medicago sativa*) seguida de *Malcolmia lacera*, sin diferencia significativa entre ambas. El consumo de *Ononis*, *Andryala* y *Linaria* fue significativamente menor que el de las dos especies anteriores. Por último, el grupo de *Echium*, *Carduus*, *Centaurea melitensis*, *Chamaemelum* e *Hypericum*, fue el menos consumido por el conejo, sin diferencias de preferencias entre ellas.

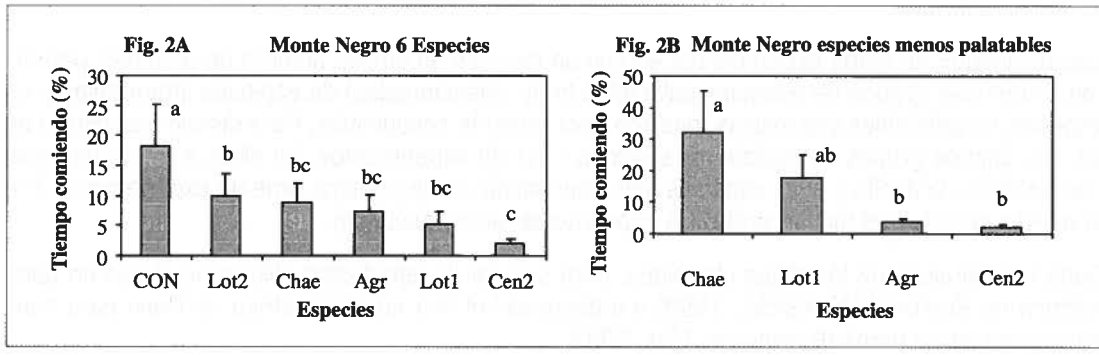
La segunda serie de experimentos incluyó las especies intermedias y las menos palatables de monte blanco: *Ononis*, *Andryala*, *Linaria*, *Echium*, *Centaurea melitensis* y *Chamaemelum*. Se aprecia un aumento del consumo en todas las especies cuando se eliminan las dos más palatables (*Medicago sativa* y *Malcolmia lacera*) (Figura 1 B). Sin embargo, el incremento en el consumo es mayor en especies como *Andryala* y *Linaria*, y menor en *Ononis*.

Figura 1: (A) Medias de tiempo comiendo en 10 especies de monte blanco por 8 conejos. Test Kruskal-Wallis (Chi Square = 47.860, df = 9, p = 0,000). Las barras muestran la desviación estandar. Medias con la misma letra no difieren significativamente entre ellas (Test de Dunn). **(B)** Media de tiempo comiendo en 6 especies de monte blanco por 8 conejos eliminando las especies más consumidas de la Fig. 1A. Test Kruskal-Wallis (Chi Square = 11.662, df = 5, p = 0,040). Códigos de las especies en la Tabla 1.



Los resultados de los experimentos con el grupo de especies de "monte negro" se ilustran en la figura. 2A. La especie más consumida fue de nuevo el control (*Medicago sativa*), que difiere significativamente de todas las demás: *Lotus arenarius*, *Chaetopogon*, *Agrostis*, *Lotus subbiflorus* y *Centaurea exerata*. La especie menos consumida fue esta última.

Figura 2: (A) Medias de tiempo medio comiendo en 6 especies de monte negro por 7 conejos. Test de Kruskal-Wallis (Chi Square = 17.106, df = 5, p = 0,004). **(B)** Medias de tiempo medio comiendo en 4 especies de monte negro por 7 conejos eliminando las especies más consumidas de la Fig. 3A. Test de Kruskal-Wallis (Chi Sqare = 13.449, df = 3, p = 0,004).



En la segunda serie de experimentos con especies de monte negro se excluyeron las especies preferidas, *Medicago sativa* y *Lotus arenarius*. Esto permite detectar diferencias de preferencia dentro del grupo de especies menos palatables. En este caso aumenta el consumo de *Chaetopogon* y *Lotus subbiflorus*, mientras que para *Centaurea exerata* no varía (Figura 2 B).

Discusión

Los conejos mostraron una gran preferencia por *Medicago sativa*, una especie de excelente calidad forrajera, superior a la mostrada por las otras especies investigadas. La diferencia respecto a las especies del monte blanco es particularmente acusada, lo que sugiere que la palatabilidad de estas especies es marginal. Entre las especies silvestres del monte blanco, la especie más consumida fue *Malcolmia lacera* y la menos consumida fue *Centaurea melitensis*. Entre las especies del monte negro de Doñana las más consumidas fueron *Lotus arenarius* y *Chaetopogon*, y la menos consumida fue *Centaurea exerata*.

Es llamativo que tanto en los experimentos realizados con las especies de monte blanco, como en los realizados con las especies de monte negro, las especies menos consumidas pertenezcan al género *Centaurea*. Otras especies de este género, como *Centaurea masculosa* presentan altos contenidos en compuestos secundarios del tipo flavonoides que pueden tener un efecto tóxico sobre algunos organismos (Fielding *et al.*, 1996), lo cual podría explicar su bajo consumo por conejos.

Los resultados también muestran que la selección de alimento está determinada por la disponibilidad de distintas especies en el entorno. Así por ejemplo, algunas especies de monte blanco como *Andryala* son prácticamente ignoradas cuando están disponibles otras especies muy palatables (*Medicago*, *Malcolmia*); pero cuando éstas faltan aumenta su consumo. Otros autores (Bhadresa, 1977) también han encontrado resultados similares. Soriguer (1988) encuentra en Doñana que en zonas en las que se excluyen los grandes herbívoros, la dieta mayoritaria de los conejos está formada por compuestas, mientras que en zonas sobrepastoreadas la dieta del conejo es mayoritariamente a base de gramíneas.

Conclusiones

Los conejos mostraron una gran preferencia por *Medicago sativa*, una especie de excelente calidad forrajera. En comparación, las especies de Doñana usadas en los experimentos, especialmente las de monte blanco, presentan una palatabilidad muy inferior.

Entre las especies propias del monte blanco de Doñana, la más consumida de fue *Malcolmia lacera* y la menos consumida fue *Centaurea melitensis*.

Para el monte negro las especies más consumidas fueron *Lotus arenarius* y *Chaetopogon* y la menos consumida fue *Centaurea exerata*.

Cuando solo hay disponibles especies de palatabilidad baja o intermedia (*Andryala, Linaria, Echium, Chaetopogon* y *Lotus arenarius*) los conejos las consumen más y aparecen notables diferencias de preferencia por estas especies, hecho que no se evidencia cuando la oferta de especies palatables es abundante.

Agradecimientos

Antonio Arenas e Ignacio García nos permitieron realizar los experimentos piloto con conejos silvestres en sus instalaciones. Adrian Seymour colaboró en el diseño de los experimentos y en el análisis estadístico. Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Medio Ambiente a través del proyecto "Sucesión vegetal en las parcelas de matorral tratadas dentro del plan de manejo del lince en el Parque Nacional de Doñana". April Donald disfrutó de una beca Sócrates-Erasmus durante su estancia en la Universidad de Córdoba.

Referencias bibliográficas

BHADRESA, R., 1977. Food preferences of rabbits *Oryctolagus cuniculus* L. at Holkham sand dunes, Norfolk. *J. Appl. Ecol.* **14**, 287-291.

BELTRÁN, J.F, 1991. Temporal abundance pattern of the wild rabbit in Doñana, SW Spain. *Mammalia*, **55**, 591-599.

CHAPUIS, J.L.; LEFEUVRE, 1981. Evolution saisoniére du regime alimentaire du Lapin de Garenne, Oryctolagus cuniculus (L.) en Lande: Resultats de deux ans d'analyses. Bull. Ecol. **11**, 587-597.

DELIBES, M; HIRALDO, F., 1980. Feeding ecology of the spanish lynx in the Coto Doñana. *Acta Theriol.*, **25**, 309-324.

DÍAZ, A., 2000. Can plant trials be used to predict the effect of rabbit grazing on the flora of exarable land?. *Agriculture, Ecosystems and Enviroment* **78**, 249-259.

GONZÁLEZ, L.M.; BUSTAMANTE, J.; HIRALDO, F., 1990. Factors influencing the present distribution of the spanish imperial eagle *Aquila adalberti. Biol. Conserv.*, **51**, 311-319.

KREBS, C.J., 1989. *Ecological Methodology*. Harper y Row Ed., 654 pp. USA.

LÓPEZ, I.; DEL RIO, I.; MUÑOZ, J.C.; RETAMOSA, E.C.; JORDANO, D.; FERNÁNDEZ, J.; VILLAR, R., 2001. Producción y diversidad en parcelas de matorral tratadas en el Parque Nacional de Doñana. Actas XLI Reunión Científica de la S.E.E.P. I Foro Iberoamericano de Pasto, I, 141-146.

FIELDING, D.J.; BRUSVEN, M.A.; KISH, L.P., 1996. Consumption of diffuse knapweed by two species of polyphagous grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in southern Idaho. The Great Basin Naturalist. **56 (1)**, 22-27.

RIVAS MARTINEZ, S.; COSTA M.; CASTROVIEJO, S.; VALDÉS, E., 1980. Vegetación de Doñana. *Lazaroa*, **2**, 5-189.

SORIGUER, R.C., 1988. Alimentación del conejo (*Oryctolagus cuniculus* L. 1758) en Doñana. SO, España. Doñana, Acta Vertebrata, **15 (1)**, 141-150.

ZAR, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. Second Edition. Prentice Hall, Inc. USA. 718 pp.

SELECTION OF HERBACEOUS SPECIES FROM DOÑANA BY RABBITS: CAFETERIA EXPERIMENTS

SUMMARY

A series of cafeteria experiments was carried out to investigate the relative palatabilities to rabbits of the main herbaceous plant species of the "monte negro" tall heathland and "monte blanco" xerophytic scrubland of the Doñana National Park.

Several rabbits were tested individually in controlled 30-minute trials in an experimental arena where they were presented with species from Doñana along with a known palatable control species, *Medicago sativa*. In each trial, a set of fresh samples, of standardized weight, collected from either the monte negro or monte blanco region and the control species was arranged randomly in the arena, a rabbit was introduced and the time spent feeding on each species was recorded.

According to the null hypothesis of no difference in palatability, the proportion of total time spent feeding on each species should be similar, and approximately equal to 1/S. Alternatively, values significantly higher or lower than expected by chance alone suggest preference and avoidance, respectively.

Not surprisingly, all the species tested had lower palatability than *M. sativa*. The rabbits fed selectively on the other species offered. Among the monte blanco species pool, the most preferred species was *Malcolmia lacera*, while the most avoided was *Centaurea melitensis*. Another *Centaurea* species, *C. exerata*, was also the most avoided species within the monte negro species pool, the most preferred species here being *Lotus arenarius* and *Chaetopogon fasciculatus*.

Keywords: management, shrub, palatability, preference.

SELECCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PASTOS SEMBRADOS POR UNA POBLACIÓN DE CONEJOS DE LOS MONTES DE TOLEDO

C. Cacho[1], J. Muñoz Igualada[1], F. Guil[1] y A. San Miguel[1]

[1] Dep. Silvopascicultura. E.T.S.I. Montes. Ciudad Universitaria, s/n 28040 Madrid.

Resumen

La drástica regresión de las poblaciones de conejo de monte que mixomatosis, neumonía hemorrágico-vírica y presión de los predadores han provocado en buena parte de España durante los últimos años plantea desastrosas consecuencias para predadores especializados en su captura y seriamente amenazados de extinción, como el lince ibérico (*Lynx pardinus* Temminck) y el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti* Brehm). Por ello, se dedica un gran esfuerzo científico y técnico para recuperar las poblaciones de conejo de monte, sobre todo en los últimos relictos de esos predadores. Una alternativa es la mejora e implantación de pastos, dada la fuerte influencia de la calidad de la alimentación del conejo sobre su prolificidad.

Este trabajo describe la utilización de 11 tipos de pastos sembrados (4 variantes de praderas de secano, yeros, tremosilla, veza, veza-avena, avena, cebada y centeno) por una población de conejos de los Montes de Toledo. Los resultados confirman que el conejo selecciona y utiliza el alimento según sus propias necesidades nutritivas y la fenología y la calidad de los pastos. Por tanto, la gestión pastoral constituye una valiosa herramienta para la recuperación de las poblaciones de conejo y, en consecuencia, la conservación del lince y el águila imperial en España.

Palabras clave: *Oryctolagus cuniculus*, lince, águila imperial, pradera, cultivo forrajero.

Introducción

La mixomatosis, primero (1954), y la neumonía hemorrágico-vírica, después (1988), han provocado una drástica regresión (Rogers *et al.*, 1994; Villafuerte *et al.*, 1995) de las antaño abundantísimas poblaciones de conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus* L.) de España (España significa, de hecho, tierra de conejos: *I Sapham Im*, en fenicio). Como consecuencia, el incremento en la presión de sus numerosos predadores (48 especies de vertebrados en España, según Jaksic y Soriguer, 1981) ha llevado al conejo a la denominada "trampa del predador" y, en definitiva, a la práctica desaparición de la especie en muchas zonas en las que antes era abundante: su tasa de reproducción es igual o inferior a la mortalidad por enfermedades y predación. Todo ello plantea graves problemas para los cazadores, un fuerte incremento en su presión y la de los predadores sobre otras especies cinegéticas y, sobre todo, desastrosas consecuencias para predadores muy especializados en su captura y seriamente amenazados de extinción, como el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*) y el lince ibérico (*Lynx pardinus*), que puede desaparecer a corto plazo por este motivo. Por todo ello, en los últimos años se está dedicando un gran esfuerzo científico y técnico a la recuperación de las poblaciones de conejo de monte, sobre todo en los últimos relictos de esos predadores.

Como es lógico y necesario, las líneas de trabajo son diversas y complementarias: desde las dirigidas a conocer y combatir las enfermedades, hasta las orientadas a profundizar en el conoci-

miento de la biología del conejo (Soriguer, 1981; Gea, 2001), mejorar las condiciones de acogida del hábitat (Moreno y Villafuerte, 1994) y la oferta de alimento o reintroducirlo en las zonas de las que ha desaparecido (Calvete *et al.*, 1997; Letty *et al.*, 2000). Afortunadamente, el conejo es una especie con una clara estrategia reproductiva de la "r": con alta precocidad sexual, gran prolificidad y muy corto periodo de gestación. Además, se ha demostrado la fuerte influencia de la calidad de la alimentación, especialmente del contenido en MND, sobre la tasa reproductiva de las conejas: el conejo es un reproductor oportunista que responde con gran rapidez a las fluctuaciones de alimento que se producen habitualmente en los climas mediterráneos (Soriguer, 1981; Blas, 1989; Wallage-Drees y Croin, 1989; Villafuerte *et al.*, 1997). Por ello, una mejora en la calidad de la oferta alimenticia puede tener un efecto directo y casi inmediato sobre sus poblaciones, efecto que, solo o unido al de otras medidas, puede permitir a las poblaciones, naturales o reintroducidas, salir de la denominada trampa del predador y alcanzar densidades aceptables de forma sostenida.

Como consecuencia de todo lo anteriormente expuesto, la gestión agroforestal en general, la pastoral en particular, y más concretamente la implantación de pastos de calidad, pueden constituir valiosas "herramientas" para la recuperación de las poblaciones de conejo de monte y, en consecuencia, la conservación del lince ibérico, el águila imperial ibérica y otros predadores amenazados. A pesar de ello, la bibliografía disponible sobre el tema es muy escasa, incluso inexistente en el caso de praderas de larga duración. Por ello, el presente trabajo pretende contribuir a paliar esa deficiencia aportando datos preliminares sobre la selección y utilización de pastos sembrados por una población natural de conejo en los Montes de Toledo.

Material y métodos

El sitio de ensayo

El trabajo se ha realizado en la finca "El Castañar" (Mazarambroz, Toledo), ubicada en el extremo nororiental de las Montes de Toledo, en la Sierra del Castañar. En el sitio de ensayo (sopié de la sierra), la altitud es de 730 m; el clima, mediterráneo genuino muy continental: piso mesomediterráneo de Rivas-Martínez, precipitación media de 368 mm, 4,5 meses de sequía, 8 meses de helada probable, 60ºC de oscilación térmica entre máxima (49ºC) y mínima (-11ºC) absolutas y, sobre todo, una enorme variabilidad interanual. El sustrato litológico es ácido, concretamente granítico. La vegetación corresponde a la serie de los encinares luso-extremadurenses: *Pyro-Querceto rotundifoliae S.* y la actual está constituida por un mosaico de dehesas y montes bajos de *Quercus rotundifolia* Lamk., etapas arbustivas de sustitución (retamares y jarales pringosos, sobre todo), pastos terofíticos (*Helianthemetalia, Thero-Brometalia*), xero-mesofíticos de vivaces (*Agrostietalia*) y juncales mediterráneos (*Holoschoenetalia*) y cultivos extensivos de cereal o yeros (*Vicia ervilia* (L.) Wild). En esa zona, área de nidificación de 5 parejas de águila imperial y potencial del lince ibérico, la población de conejo de monte es muy abundante. La finca se dedica al aprovechamiento cinegético, tanto caza mayor como menor, y, en menor medida, a la ganadería extensiva.

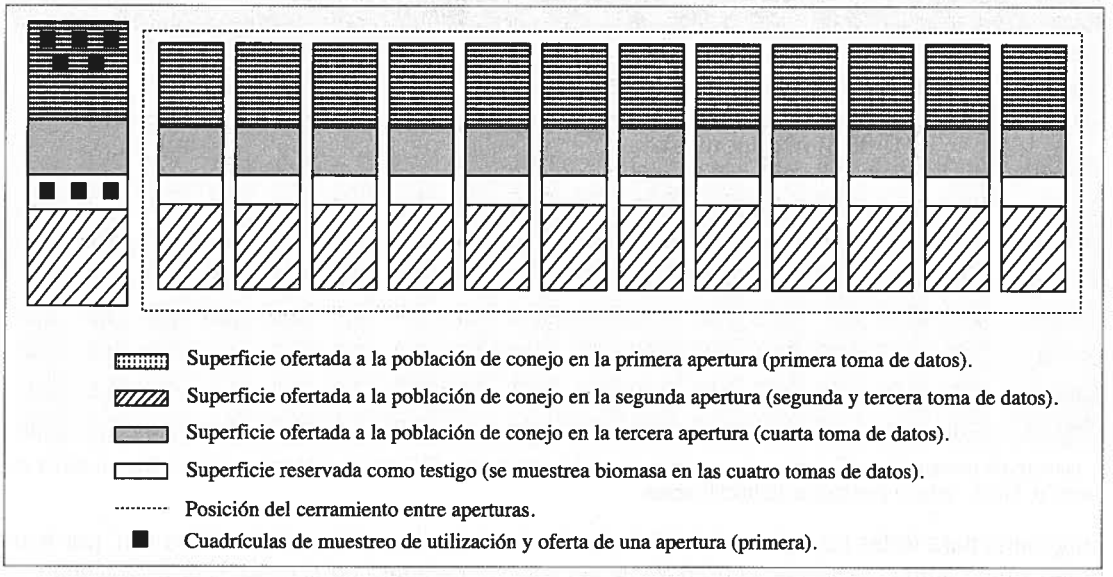
Diseño experimental

Se ha comparado un tratamiento testigo (sin intervención) con 11 tipos de pastos sembrados: cebada (*Hordeum vulgare* L.); veza (*Vicia sativa* L.)-avena (*Avena sativa* L.); veza; yeros, *Trifolium subterraneum* L. (cv 'Areces', 'Nungarin', 'Junee', 'York' y 'Losa') con cultivo protector de centeno; pradera de secano 1 (*Trifolium subterraneum* cv 'Losa', 'Nungarin', 'York', *Ornithopus compressus* L. cv 'Tauro', *Phalaris aquatica* L., *Dactylis glomerata* L. cv 'Currie'); pradera de secano 2 (*Trifolium subterraneum* cv 'Nungarin' y 'Junee', *Ornithopus compressus* cv 'Tauro', *Trifolium vesiculossum Savi, T. Resupinatum* L. y *T. hirtum* All.); pradera de secano 3 (*Trifolium subterraneum* cv 'Losa', 'Nungarin', 'Junee', *Festuca arundinacea* Schreber , *Lolium rigidum* Gaudin y *Dactylis glomerata* cv 'Currie'); tremosilla (*Lupinus luteus* L.); avena forrajera y centeno (*Secale cereale* L.).

El diseño experimental consiste en tres bloques de 12 tratamientos (las 11 siembras y el testigo, tratado en el ensayo como una siembra más), con distribución aleatoria de los mismos, estando

representado cada tratamiento por una parcela de 3 x 10 m en cada bloque. Las siembras se realizaron en otoño de 2001 y las parcelas quedaron protegidas de los conejos hasta su apertura. Esta se produjo por partes (Figura 1) y siempre durante un tiempo limitado (generalmente 7 días), quedando siempre una parte no pastada que se utilizó como testigo. Las aperturas se hicieron en distintos momentos fenológicos del pasto: finales de invierno-estado hojoso de centeno (8 de marzo), primavera-floración (27 de abril), fin de primavera-fructificación (18 de mayo) e inicio de verano-pasto natural completamente agostado (3 de julio).

Figura 1: Descripción del ensayo. Superficies ofertadas a la población de conejo y situación de las cuadrículas de muestreo en las distintas aperturas de un bloque genérico.



En cada parcela se muestrearon tanto la oferta de alimento, en las zonas testigo, como la utilización por el conejo de las zonas abiertas. Para ello se colocaron de modo sistemático en ambas zonas cuadrículas de 0,3x0,33 cm, obteniéndose las variables:

- biomasa seca (g/m^2): estima oferta. 3 datos por parcela y bloque.
- número de excrementos: estima utilización. 5 datos por parcela y bloque.
- Índice o grado de consumo (de 0 a 4): estima utilización. Se obtiene por media de las 9 plantas de los vértices, puntos medios y centro de cada cuadrícula. 5 datos por parcela y bloque.

La selección de cada tratamiento por parte del conejo se estimó por medio del índice *forage ratio* (w_i) (cociente entre proporción de recurso utilizado (o_i, proporción de número de excrementos o índice de consumo) y recurso ofrecido (p_i, proporción de biomasa): $w_i = o_i/p_i$) y la modificación propuesta para el mismo por Manly ($B_i = w_i / \Sigma w_i$) (Krebs, 1999).

Los tratamientos estadísticos se realizaron con el programa "Statgraphics PLUS 4.0" (Llovet et al., 1999) para Windows: estadística descriptiva de las variables, comprobación de condiciones necesarias para el empleo de tests de ANOVA y empleo de tales tests para evaluar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos, épocas y bloques e interacciones entre ellos y las variables dependientes contempladas.

Resultados y discusión

El número de excrementos y el índice de consumo presentan estimaciones similares de selección y bastante próximas de utilización de los tratamientos ofrecidos. Existen diferencias significativas

entre tratamientos, así como entre épocas e interacciones tratamiento-época, aunque no entre bloques. Por consiguiente, existe un patrón común de utilización y selección que se mantiene más o menos constante al cambiar de bloque y que aparece sintetizado en la Tabla 1.

Tabla 1: valores medios de selección y utilización de los tratamientos sembrados, por estados fenológicos.

	Índice de selección modificado por Manly.								Utilización							
	Época de muestreo-fenología								Época de muestreo-fenología							
Siembra	Estado hojoso		Floración		Fruct.		Agostado		Estado hojoso		Floración		Fruct.		Agostado	
	E	IC	E	IC	E	IC	E	IC	E	IC	E	IC	E	IC	E	IC
Cebada	0,05	0,02	0,01	0,03	0,02	0,09	0,04	0,14	10	3,9	0,9	0,7	3,3	3,3	1,9	3,7
Vez-Ave.	0,10	0,07	0,08	0,17	0,14	0,13	0,08	0,10	6,2	3,7	3,7	2,3	14,1	3,0	4,2	3,3
Veza	0,16	0,09	0,06	0,13	0,09	0,10	0,03	0,07	8,3	2,9	3,7	2,3	11,3	2,9	1,9	2,3
Yeros	0,12	0,10	0,02	0,00	0,02	0,03	0,03	0,01	4,9	3,3	1,7	0,1	3,1	1,2	2,3	0,5
TSC	0,03	0,02	0,07	0,08	0,03	0,06	0,07	0,05	2,5	1,3	2,9	1,0	2,4	1,1	7,5	3,0
P. S. 1	0,28	0,33	0,50	0,23	0,42	0,27	0,29	0,28	1,6	1,6	6,1	0,8	11,4	1,6	4,1	2,3
P. S. 2	0,09	0,14	0,01	0,07	0,01	0,06	0,04	0,03	1,6	2,2	0,6	1,4	1,8	2,0	5,8	2,1
P. S. 3	0,09	0,17	0,17	0,21	0,18	0,18	0,21	0,16	1,5	2,4	4,9	1,9	11,4	2,6	5,0	2,3
Avena	0,05	0,05	0,02	0,04	0,03	0,03	0,07	0,10	3,7	3,2	1,8	1,0	6,3	1,4	3,9	3,4
Centeno	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	7,6	1,7	0,3	0,0	1,7	0,3	5,6	1,1
Testigo	0,00	0,00	0,05	0,03	0,06	0,05	0,10	0,04	1,3	0,0	1,5	0,3	4,3	0,8	1,9	0,5

E: número de excrementos; IC: índice de consumo. Vez-Ave.: veza-avena; TSC: trébol subterráneo con cultivo protector de centeno; Fruct.: estado fenológico de fructificación.

En general para todas las épocas muestreadas los tratamientos más seleccionados son, por este orden y para ambas variables: la pradera de secano 1, la pradera de secano 3, la veza-avena y la veza, salvo en verano en que la veza es rechazada y sustituida por la avena. De este modo, queda en evidencia la preferencia del conejo por las praderas de secano constituidas por varias leguminosas anuales de auto-resiembra y gramíneas vivaces. En el caso de utilización, el número de excrementos indica que la cebada, la veza y el centeno son los más consumidos en invierno. En los dos muestreos de primavera la utilización converge a la selección de: las praderas de secano 1 y 3, la veza y la veza-avena son las más utilizadas. En verano lo son la pradera de secano 2, el centeno y la pradera de secano 3. El índice de consumo sitúa a la veza, cebada y veza-avena como los más utilizados en invierno; las dos siembras de veza (por igual) y la pradera de secano 3 en los dos muestreos de primavera, y avena y veza-avena (por igual) en verano, seguidas muy de cerca por el trébol subterráneo con centeno.

Conclusiones

El conejo de monte selecciona y utiliza el alimento disponible en función de sus necesidades nutritivas y según la fenología y calidad de los pastos. Los tratamientos más utilizados no son siempre los más seleccionados, pues la utilización es un valor bruto y la selección se mide por el cociente utilización/oferta; y todo ello varía con la fenología de los pastos y la del conejo. En otoño-invierno, la cantidad de pasto –en definitiva su precocidad– es determinante para su utilización, siendo máxima la de los cereales. En primavera –siempre época de cría– la oferta es máxima y sólo se consume lo más apetecido y de mayor calidad, en especial por su contenido en MND; en nuestro caso, veza, veza-avena y praderas. En verano –siempre época de dispersión de jóvenes– la oferta es abundante, pero de baja calidad; por ello ésta es determinante, y la máxima utilización se centra en el grano de cereal: el conejo corta la planta y consume el grano. La selección varía mucho menos que la utilización a lo largo del año, y el tratamiento más seleccionado son siempre las praderas. El reducido tamaño de las parcelas de ensayo (ofertan poca biomasa) ha podido con-

dicionar furtemente los resultados de utilización, por lo que resultaría conveniente realizar de nuevo el ensayo en superficies de siembra más extensas (en preparación).

Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento a los propietarios de la finca "El Castañar" por su desinteresada colaboración y por el magnífico trato que siempre nos han dispensado. A la Fundación CBD-Hábitat, con la que colaboramos en el Proyecto LIFE 99NAT/E/006336 en que se enmarca este trabajo; a Guillermo Gea y María Martínez Jaúregui que participaron en él, y a Susana Martín y Miguel Ibáñez, que nos asesoraron en aspectos estadísticos.

Referencias bibliográficas

BLAS de, C., 1989. *Alimentación del conejo*. Ediciones Mundi-Prensa. 175pp. Madrid (España).

CALVETE, C.; VILLAFUERTE, R.; LUCIENTES, J.; OSACAR, J.J., 1997. Effectiveness of traditional wild rabbit restocking in Spain. *J. Zool. Lond.*, **241**, 271-277.

GEA, G. 2001. *Estudio del medio biofísico de una población de conejo (Oryctolagus cuniculus L.) de los Montes de Toledo*. Proyecto Fin de Carrera. ETSI Montes. Madrid. (España).

JAKSIC, F.N.; SORIGUER, R.C., 1981. Predation upon the European rabbit *(Oryctolagus cuniculus)* in mediterranean habitats of hile and Spain: a comparative analysis. *Journal of Animal Ecology*, **50**, 269-281.

KREBS, C. J., 1999.*Ecological methodology*.Addison Wesley Longman.620pp. London (U.K.).

LETTY, J.; MARCHANDEAU, S.; CLOBERT, J.; AUBINEAU, J., 2000. Improving translocation success: an experimental study of anti-stress treatment and release method for wild rabbits. *Animal Conservation*, **3**, 211-219.

LLOVET, J.; DELGADO, D. Y MARTÍNEZ, J., 1999. *Stats Graphics Plus 4*. Ediciones Anaya Multimedia. Madrid (España).

MORENO, S.; VILLAFUERTE, R., 1994. Traditional management of scrubland for the conservation of rabbits *Oryctolagus cuniculus* and their predators in Doñana National Park, Spain. *Biological Conservation*, **73**, 81-85.

ROGERS, P.M.; ARTHUR, C.P.; SORIGUER, R.C., 1994. The rabbit in continental Europe, 22-63. En *The European Rabbit.:The History and Biology of a Succesful colonizer*. Harry V. Thompson y Carolyn M. King eds. Oxford Science Publications, Oxford (UK).

SORIGUER, R., 1981. Biología y dinámica de una población de conejos (*Oryctolagus cuniculus L*) en Andalucía Occidental. *Doñana Acta Vertebrata* **8 (3)**, *número especial 379pp.*

VILLAFUERTE, R.; CALVETE, C.; BLANCO, J.C.; LUCIENTES, J., 1995. Incidence of viral hemorrhagic disease in wild rabbit populations in Spain. *Mammalia*, **59 (4)**, 651-659.

VILLAFUERTE, R; LAZO, A; MORENO, S., 1997. Influence of food abundance and quality on rabbit fluctuations: Conservation and management implications in Doñana National Park (Sw Spain). *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **52** : 345-354.

WALLAGE-DREES, M.; CROIN, N., 1989. The influence of food supply on the population dynamics of rabbits, *Oryctolagus cuniculus* (L.) in a Dutch dune area. *Z. Säugetierkunde* **54**: 304-323.

SELECTION AND UTILIZATION OF SOWN PASTURES BY A WILD RABBIT POPULATION AT THE MONTES DE TOLEDO MOUNTAIN RANGE (CENTRAL SPAIN)

SUMMARY

The dramatic decrease of wild rabbit populations caused by myxomatosis, viral-haemorrhagic disease and predator pressure throughout vast areas of Spain results in disastrous consequences for seriously endangered predators specialized in its capture such as the iberian lynx (*Lynx pardina*) and the iberian imperial eagle (*Aquila adalberti*). Therefore, great efforts are being displayed to recover wild rabbit populations, mostly within the last habitats of those predators. Pasture improvement and sowing are interesting alternatives due to the strong influence of food quality on rabbit prolificity.

This work describes the utilization of 11 types of sown pastures (4 dry poliphyte sown pastures, vetch-oat, barley, rye, oats, vetch, bitter vetch and yellow lupin) by a wild rabbit population at the Montes de Toledo mountain range (Central Spain). Results show that rabbit selects and utilices food according to its own nutritional requirements and pasture phenology and quality. Therefore, pasture management may be regarded as a very valuable tool for wild rabbit populations recovery and, as a consequence, for iberian lynx and iberian imperial eagle conservation programs.

Key words: *Oryctolagus cuniculus*, iberian lynx, iberian imperial eagle, sown pasture, forage crop.

CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS PASTORALES DEL PARQUE NATURAL CAP DE CREUS DESPUÉS DE LOS INCENDIOS

M. Villà[1] y M.T. Sebastià[1,2]

[1] Àrea d'Ecologia Vegetal i Botànica Forestal. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Pujada del Seminari s/n. 25280 Solsona. [2] Departament d'Hortofructicultura, Botànica i Jardineria. Universitat de Lleida-ETSEA. Avinguda Rovira Roure, 191. 25198 Lleida.

Resumen

Los pastos del Parque Natural del Cap de Creus (Alt Empordà, Girona) se agrupan en tres tipos de comunidades: pioneras, matorrales y lastonares-matorrales abiertos, en función del porcentaje de especies leñosas que contenga cada comunidad, el tiempo transcurrido desde el último incendio y el tipo de vegetación anterior al fuego. Estas comunidades están constantemente afectadas por el fuego, el cual parecer ser el principal factor estructurador, que favorece el desarrollo de especies con alta capacidad de autorregeneración. Esta capacidad de autorregeneración sugiere que la historia previa al incendio es otro importante factor estructurador de las comunidades. Teniendo en cuenta la alta recurrencia de los fuegos en el Cap de Creus y el aumento de la biomasa, principalmente de gramíneas, al cabo de 4-10 años después del incendio, se propone el pastoreo controlado como medida para disminuir el riesgo de incendios en la zona.

Palabras clave: matorrales, *Brachypodium retusum*, fuego, pastoreo controlado.

Introducción

La mayor parte de la superfície del Parque Natural del Cap de Creus está recubierta por un mosaico de matorrales silicícolas de *Cistus monspeliensis* L., *Cistus albidus* L., *Erica arborea* L, y *Quercus coccifera* L., con pastos secos mediterráneos donde el lastón (*Brachypodium retusum* (Pers.) Beauv.) es la gramínia más frecuente (Franquesa, 1995). Estas comunidades están aprovechadas, mediante pastoreo extensivo, por rebaños de vacas, la mayoría trashumantes del Ripollès (Pirineo catalán) y por rebaños de ovejas y cabras.

Por otro lado, la recurrencia de los fuegos en estos pastos es muy alta; durante el periodo 1975-1995 algunos puntos del Cap de Creus sufrieron hasta cinco incendios (Díaz-Delgado y Pons, 2001). Dada la elevada frecuencia de los incendios, la mayoría de las especies, tanto arbustivas como herbaceas, se autorregeneran después del fuego por rebrote, germinación o ambos (Franquesa, 1995;Lloret, 1996; Lavorel *et al.*,1999). Por lo tanto, parece que la vegetación del Cap de Creus, y en general toda la vegetación mediterránea, está estrechamente ligada al fuego (Lloret, 1996; Lloret y Vilà, 1997; Díaz-Delgado *et al.*, 2002).

Los objetivos de este estudio son la caracterización de los pastos al inicio de la trashumancia y la determinación de la influencia del fuego como factor estructurador de estas comunidades.

Material y métodos

A partir de un diseño experimental estratificado según la pendiente, la orientación y el tiempo transcurrido desde el último incendio, se muestrearon 18 parcelas de las zonas de pastos. Los puntos de muestreo, determinados aleatoriamente, se escogieron de manera irregular dentro de cada estrato. Se obtuvo 3 muestras quemadas durante el 2001, 6 muestras quemadas durante el 2000, 2 quemadas entre 1997-99 y 7 entre 1992-96. En cada punto se instalaron tres transectos de 10m de largo por 0.3 m de ancho, separados entre ellos 3 m, muestreándose así, una superfície de $9m^2$. En cada transecto se delimitaron 33 subcuadros y se tomaron datos de frecuencia de las especies y de biomasa.

En el laboratorio se identificaron las especies y se separaron por grupos funcionales. Se definieron tres grupos, dentro de cada uno de los cuales, se separaron dos categorías, llegándose a definir seis grupos: 1) leñosas, compuesto por matas (caméfitos) y arbustos (nanofanerófitos), 2) gramíneas, compuesto por *Brachypodium retusum* y otras gramíneas y 3) forbias, compuesto por leguminosas y no leguminosas. Las muestras, separadas ya por grupos funcionales, se secaron con estufa homologada a 60ºC hasta peso constante.

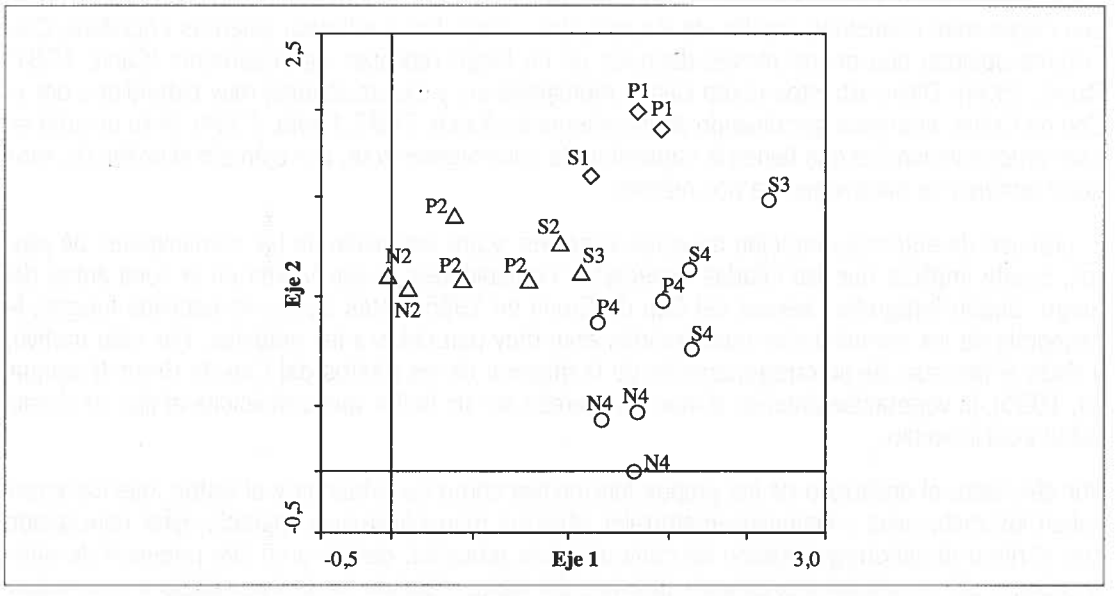
Se aplicaron técnicas estadísticas de análisis multivariantes. Con la matriz de frecuencia de las especies se realizó un análisis de correspondencia sin tendencia (DCA, *Detrended Correspondance Analysis*) de carácter exploratorio para poder llegar a representar las parcelas sobre los ejes que mejor nos explicaban la variación de las muestras. Obtenidos los diferentes grupos de pastos se estudió si había diferencias significativas en su frecuencia y biomasa con contrastes de Tukey.

Resultados

A partir del análisis de correspondencia sin tendencia (DCA) sobre la frecuencia de las especies, las muestras se distribuyeron en tres grandes grupos: pioneras, matorrales y lastonares-matorrales abiertos, en función de dos ejes (Figura 1). El primer eje, que recogía un 14% de la variabilidad de las muestras, parecía estar relacionado con el porcentaje de especies leñosas que había en cada comunidad (Tabla 1) separando los matorrales de las pioneras y lastonares-matorrales abiertos. El segundo eje recogía un 8% de la variabilidad de las muestras y parecía estar relacionado con diversos factores. El primero, el tiempo transcurrido desde el último incendio, donde las pioneras habían sufrido el último fuego 4 meses antes del muestreo, los matorrales 1-3 años antes y los lastonares-matorrales abiertos 4-10 años antes del muestreo (Figura 1). El tipo de vegetación que se desarrollaba antes del incendio se perfilaba como segundo factor (Figura 1), ya que según fotografias aéreas de 1985, la fisonomía de la mayoría de las comunidades antes de los respectivos fuegos era la misma que la actual.

Los pastos del Cap de Creus se diferenciaron desde un punto de vista florístico, no se diferenciaron según la riqueza específica (número especies/muestra) ni la biomasa, pero sí, según sus espectros de grupos funcionales. El grupo funcional leñosas destacó por su elevada frecuencia en las comunidades de matorrales, debido principalmente a la alta presencia de especies arbustivas (Tabla 1). Pero esta elevada frecuencia no se tradujo en un predomino de biomasa; no se apreciaban diferencias significativas de biomasa de arbustos entre los tres tipos de comunidad (Tabla 1). Dentro del grupo funcional gramíneas, *Brachypodium retusum* presentaba la misma frecuencia en todas las comunidades (Tabla 1). Por el contrario, el grupo otras gramíneas era más elevado en la comunidad de lastonares-matorrales abiertos (Tabla 1). Estas diferencias cambiaron con el anàlisis de la biomasa, puesto que *Brachypodium retusum* era significativamente más abundante en los lastonares-matorrales abiertos, mientras que el grupo otras gramíneas no presentaba diferencias significativas en cuanto a su biomasa entre los tres grupos de comunidades (Tabla 1). Finalmente el grupo de las forbias no destacaba significativamente en ninguna comunidad ni por su frecuencia ni por su biomasa, pero en ambos casos se detectó una tendencia a ser más frecuente y a estar más desarrolladas en las comunidades de pioneras (Tabla 1).

Figura 1: Distribución de las parcelas sobre los primeros ejes del análisis de correspondencia (DCA) de frecuencia de especies por parcelas.



Nomenclatura de las parcelas: La letra indica la orientación (N = norte, S = sur, P = plana), el número indica el periodo de incendio (1 = 2001, 2 = 2000, 3 = 1997-99, 4 = 1992-96). ◇ : Pioneras, △ : Matorrales, ○ : Lastonares-matorrales abiertos.

Tabla 1: Frecuencia (%) y biomasa (g/m^2) de los grupos funcionales en función del tipo de comunidad.

			Pioneras	Lastonares-matorrales abiertos	Matorrales
Leñosas	Arbustos	%	27.9 (± 20.4) a	27.8 (± 7.5) a	71.3 (± 11.2) b
		g/m^2	105.0 (±105.0) a	94.2 (±53.0) a	218.1 (±63.8) a
	Matas	%	3.4 (± 2.0) a	24.9 (± 10.2) a	11.8 (± 7.3) a
		g/m^2	0.0 (±0.0) a	31.0 (±17.6) a	12.9 (±11.2) a
Gramíneas	*Brachypodium retusum*	%	75.8 (± 14.2) a	82.1 (± 8.0) a	57.4 (± 9.5) a
		g/m^2	5.6 (±0.2) a	78.8 (±15.7) b	33.5 (±12.7) a
	Otras gramíneas	%	20.5 (± 14.5) a	41.5 (± 6.4) b	13.7 (± 15.2) a
		g/m^2	0.6 (±0.6) a	7.0 (±2.4) a	4.5 (±1.6) a
Forbias	F. leguminosas	%	54.5 (± 15.3) a	37.5 (± 7.0) a	54.3 (± 8.7) a
		g/m^2	53.5 (±16.6) a	30.5 (±7.0) a	40.1 (±6.2) a
	F. no leguminosas	%	93.3 (± 1.7) a	87.1 (± 5.1) a	86.7 (± 9.7) a
		g/m^2	6.4 (±4.9) a	1.1 (±0.3) a	2.2 (±0.8) a

Los valores son las medias (± error estandar). Letras distintas dentro de cada línea (grupo funcional) indican diferencias significativas entre medianas (Test de Tukey).

Discusión

El porcentaje de especies leñosas, el tiempo transcurrido después del incendio y el tipo de vegetación anterior al fuego, fueron los principales factores que diferenciaron los pastos en el Cap de Creus en tres grupos, y parecen determinar la dinámica de regeneración de estas comunidades. El orden de los grupos según el tiempo transcurrido desde el último incendio (Figura 1), no se puede explicar a partir de los diferentes estadios de sucesión primaria y, como ya ha sido extensamente descrito (Papió, 1994; Franquesa, 1995; Lloret y Vilà, 1997), puede ser debido a la capacidad de autorregeneración que presentan las comunidades mediterráneas. Un gran número de

especies que forman parte de las comunidades en el Cap de Creus tienen estrategias de autorregeneración, bien por germinación, bien por rebrote o bien por ambas (Cucó, 1987; Papió, 1994). Los casos más conocidos son los de los arbustos, como *Erica arborea, Quercus coccifera, Calicotome spinosa* que pocos meses después de un fuego rebrotan vigorosamente (Cucó, 1987; Papió, 1994). Otros arbustos como *Cistus monspeliensis* y *Cistus albidus*, muy extendidos por el Cap de Creus, aparecen germinando abundantemente (Cucó, 1987; Papió, 1994). Pero no sólo es este grupo funcional el que tienen la capacidad de autorregenerarse; por ejemplo el lastón (*B. retusum)* también se autorregenera por rebrote.

El proceso de autorregeneración de estas especies, y por extensión de las comunidades de pastos, puede implicar que las citadas especies o comunidades ya estuvieran en la zona antes del fuego. Según fotografias aéreas del Cap de Creus en 1985, antes de los respectivos fuegos, la fisonomía de las comunidades muestreadas eran muy parecidas a las actuales. Por este motivo, y dado el proceso de autorregeneración de la mayoría de los pastos del Cap de Creus (Franquesa, 1995), la vegetación anterior al incendio parece ser un factor que condiciona el tipo de comunidad post-incendio.

Por otro lado, el desarrollo de los grupos funcionales como los arbustos y el lastón, que caracterizaban los matorrales y lastonares-matorrales abiertos respectivamente, parecía estar relacionado con el ritmo de autorregeneración de cada uno. Los arbustos, debido a su alto potencial de autorregeneración, aparecían rápidamente después del fuego, estando presentes incluso en comunidades pioneras (Tabla 1), y dominando en comunidades del grupo matorrales, donde se considera que la comunidad arbustiva ya existía antes del fuego (Tabla 1). Según observaciones de Cucó (1987) y Franquesa (1995) las especies rebrotadoras aparecen antes que las germinadoras, pero el desarrollo de su biomasa no aumenta significativamente hasta pasados unos años (Cucó, 1987). En el presente estudio no es posible asegurar que la inexistencia de diferencias significativas en la biomasa de los arbustos entre las comunidades se deba a que aún no se han desarrollado los rebrotes, dada la gran variabilidad que presentan las muestras de biomasa dentro de cada grupo (Tabla 1).

El grupo de las gramíneas predominaba en las comunidades de lastón-matorrales abiertos. El lastón es una gramínea rebrotadora que aparece poco después de los incendios (Cucó, 1987; Papió, 1994; Franquesa, 1995; Caturla *et al.*, 2000) y según Caturla *et al.* (2000) la frecuencia de esta especie se estabiliza pasado el primer año. Esta podría ser una explicación plausible a la no diferencia de frecuencia del lastón entre comunidades (Tabla 1), el cual ya en los primeros meses habría rebrotado y presentaría igual frecuencia que en las comunidades más desarrolladas (Tabla 1). En cambio, a diferencia de Caturla *et al.* (2000) que detectó que el aumento de biomasa del lastón se estabilizaba a partir del segundo año, en el Cap de Creus su biomasa fue significativamente superior en lastonares-matorrales abiertos (Tabla 1), quemados años antes que el resto de comunidades. Según Vilà y Lloret (2000), la acumulación de biomasa de las gramíneas puede favorecer a los fuegos, ya que son combustible fino que hace aumentar la intensidad de los incendios. En el Cap de Creus, zona especialmente susceptible a este tipo de perturbación, podría aprovecharse el ganado para disminuir y/o controlar este tipo de biomasa. El pastoreo controlado sería una buena herramienta para disminuir el riesgo de incendios de la zona, siempre y cuando, los ganaderos estuvieran dispuestos a colaborar con los planes de gestión.

Conclusiones

Los pastos del Cap de Creus se diferencian en tres grupos: pioneras, matorrales y lastonares-matorrales abiertos, determinados en función del porcentaje de especies leñosas, el tiempo transcurrido desde el último incendio y el tipo de vegetación anterior.

El pastoreo controlado, con la implicación de los ganaderos, podría ser una buena medida para disminuir el riesgo de incendios, principalmente de comunidades donde la acumulación de biomasa de las gramíneas es importante.

Agradecimientos

Al Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, y a todos los miembros del área de Ecología Vegetal y Botánica Forestal por la ayuda en el desarrollo del estudio.

Referencias bibliográficas

CATURLA, R.N., RAVENTÓS, J., GUÀRDIA, R., VALLEJO, V.R., 2000. Early post-fire regeneration dynamics of *Brachypodium retusum* Pers. (Beauv.) in old fields of the Valencia region (eastern Spain). *Acta Oceologica,* **21 (1)**, 1-12.

CUCÓ, M.L., 1987. Mecanisme de regeneració. En: *Quaderns d'ecologia aplicada, núm. 10. Ecosistemes terrestres. La resposta als incendis i a d'altres perturbacions*, 45-62. Diputació de Barcelona. Barcelona (España).

DÍAZ-DELGADO, R., PONS, X., 2001. Spatial patterns of forest fires in Catalonia (NE of Spain) along the periode 1975-1995. Analysis of vegetation recovery after fire.*Forest Ecology and Management*, **147**, 67-74.

DÍAZ-DELGADO, R., LLORET, F., PONS, X., TERRADES, J., 2002. Satellite evidence of decreasing resilience in mediterranean plant communities after recurrent wildfires. *Ecology*, **83 (8)**, 2293-2303.

FRANQUESA, T., 1995. *El paisatge vegetal de la península del Cap de Creus*. Institut d'Estudis Catalans, 628 pp. Barcelona (España).

LAVOREL, S., McINTYRE, S., GUIRGULIS, K., 1999. Plant response to disturbance in a Mediterranean grassland: How many functional groups?*Journal of Vegetation Science*, **10 (5)**, 661-672.

LLORET, F., 1996. El foc en el context mediterrani. En: *Ecologia del foc*, 41-45.TERRADES, J. Edicions proa. Barcelona (España).

LLORET, F., VILÀ, M., 1997. Clearing of vegetation in Mediterranean garrigue: response after wildfire. *Forest Ecology and Management*, **93**, 227-234.

PAPIÓ, C., 1994. *Ecologia del foc i regeneració en garrigues i pinedes mediterrànies*.Institut d'Estudis Catalans.Barcelona (España).

VILÀ, M., LLORET, F., 2000. Woody species tolerance to expansion of the perennial tussock grass *Ampelodesmos mauritanica* after fire. *Journal of Vegetation Science*, **11**, 596-606.

CARACTERIZATION OF GRAZING ECOSYSTEMS IN THE CAP DE CREUS NATURAL PARK AFTER FIRE

SUMMARY

Grassland communities from the Cap de Creus Natural Park clustered in three community types: pioneers, shrublands and open grass-shrubland vegetation, depending on the percent of woody species present in each community, time after the last fire and type of vegetation before burning. These communities are constantly affected by fire, which seems to be the main structuring factor, because it favors the development of species with high self-regenerating ability. The high capability for self-regeneration suggests that previous history is another important structuring factor of plant communities. Considering the high frequency of fires in the Cap the Creus and the biomass augmentation, mainly by grasses, 4-10 years after fire, we propose controlled grazing as a measure to decrease fire risk in the area.

Key words: shrublands, *Brachypodium retusum*, fire, controlled grazing.

BOTÁNICA Y ECOLOGÍA DE PASTOS

Cuarta parte

ADAPTACIONES Y DEFENSAS CONTRA EL PASTOREO DE LAS PLANTAS DE CLIMAS MEDITERRÁNEOS

G. López González[1]

[1] ***Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C.***

Introducción

El tema de esta charla surgió de la lectura de un trabajo de Robles Cruz, González Rebollar, Passera y Boza (Robles Cruz *et al.*, 2001), en el que se alerta sobre el desconocimiento del proceso evolutivo global de nuestra flora y de la necesidad de tener una visión de conjunto para planificar una estrategia acertada de conservación. Contra lo que muchos pensábamos, resulta que el pastoreo no sólo no es a veces perjudicial sino que puede ser incluso imprescindible para preservar ciertos ecosistemas mediterráneos. Y su lectura actuó como una chispa para comprender uno de los posibles motivos del fuerte contraste que hay entre dos floras mediterráneas, la nuestra y la de la región de El Cabo. Allí hay labiadas aromáticas, pero ¡que poco importantes son en el conjunto de la flora!, y las ramnáceas, que diferentes, con hojas blandas y totalmente inermes. Y las especies de *Erica*, que éxito más asombroso han tenido, ¡hay nada menos que unas 600 especies! Y que pocas plantas espinosas y aromáticas se ven en comparación con las de nuestros bosques y matorrales.

Las plantas y los herbívoros

Se habla muchas veces de la colaboración entre plantas y animales, de coevolución positiva en el caso de ciertas plantas y sus polinizadores, que en el caso de las plantas de climas mediterráneos no sólo son insectos sino también aves (caso de las proteáceas y algunas *Erica* de Sudáfrica) e incluso roedores y marsupiales (caso de las proteáceas de Sudáfrica y Australia). Pero también hay una guerra permanente. Las plantas representan la fuente de energía primaria para el resto del ecosistema, y pese a que no siempre sea evidente, diversos estudios demuestran que los herbívoros que las consumen, entendiendo estos en sentido amplio (es decir, no sólo grandes y pequeños herbívoros, sino también insectos fitófagos, orugas, etc.), constituyen a menudo un factor de gran importancia en su evolución y distribución. Debido a ello, muchas plantas han desarrollado defensas de lo más variado para evitar que se las coman o las parasiten. Y ello a su vez condiciona la cantidad de especies de animales que pueden vivir a costa de una planta o comunidad vegetal, e induce a muchos de ellos a una especialización creciente (los animales se adaptan a su vez para evitar o superar esas defensas).

Los herbívoros pueden reducir la producción de semillas y el éxito general de las plantas, y esta reducción es la que hace que se pueda producir una selección natural que favorezca el desarrollo de defensas, que pueden ser constitucionales o inducibles (Agrawal, 1998; Massei y Hartley, 2000). Algunas especies del género *Carduncellus* (de la familia de las compuestas), como por ejemplo el *C. hispanicus* de la Sierra de Gádor, protegen sus cabezuelas en botón de los gorgojos y otros insectos formando una especie de tejado a modo de cúpula con los apéndices en forma de cuchara de las brácteas. En la mayoría de especies de *Carduncellus* que poseen estos apén-

dices, los gorgojos han logrado superar esa barrera, penetrando por otras partes de la cabezuela, y hacen su puesta en el receptáculo, de forma que sus larvas consumen toda o casi toda la cosecha de frutos, y limitan seriamente el éxito reproductivo de la planta. Defensas como ésta pueden resultar por tanto finalmente inútiles (son a modo de "línea Maginot" del mundo vegetal). Un caso parecido es el de los robadores de néctar en las flores personadas, que perforan la corola por la base porque no pueden acceder a la recompensa que buscan de otra forma.

Las zonas de clima mediterráneo y el pastoreo

Se sabe que en las cinco zonas de clima mediterráneo que se reconocen en el Globo (Región Mediterránea, Chile central, California, Región de El Cabo en Sudáfrica y pequeñas zonas del SO. y SE. de Australia), las plantas se han adaptado de forma similar al estrés que supone la marcada irregularidad de las precipitaciones: el 90 % o más de las lluvias caen durante los seis meses más fríos y hay varios meses de sequía estival, lo que va unido en los climas mediterráneos continentales o de montaña a un estrés adicional motivado por las heladas y fríos invernales. Como consecuencia, se han originado bosques y matorrales en los que por lo general predominan las plantas siempreverdes de hojas endurecidas, es decir los bosques y/o matorrales esclerofilos (con frecuencia denominados incorrectamente "esclerófilos": amantes de lo duro), que reciben diversos nombres –matorral, chaparral, maquia, garriga, monte alto o bajo, *fynbos*, *kwongan*, etc.–, según el país. Estas zonas, pese a la dureza de su clima, poseen una riqueza florística excepcional, pues con sólo un 1,2 % de la superficie de la Tierra se calcula que contienen unas 48.250 especies de plantas vasculares, lo que representa aproximadamente un 20 % del total.

La Región Mediterránea es cuna de algunas de las civilizaciones más antiguas del Planeta, y en ella ha habido uso y aprovechamiento significativo del suelo al menos en los últimos 10.000 años, aunque se sabe habitada por el hombre desde mucho antes. Se suele afirmar que el hombre ha alterado profundamente los ecosistemas mediterráneos, que no se podrían comprender bien sin tener en cuenta la historia de esta actividad humana. La teoría de la degradación del paisaje ("ruined landscape theory"), tan arraigada todavía en muchas personas, sostiene que el Mediterráneo estuvo casi completamente cubierto de bosques –recuérdese el mito de la "ardilla viajera", que habría podido llegar desde el norte de la Península hasta Gibraltar sin bajarse de los árboles–, bosques que habrían sido talados por las sucesivas civilizaciones, con la erosión consiguiente del suelo, lo que habría conducido a una degradación irreversible de muchos ecosistemas [se puede ver un resumen en esta dirección: http://www.shef.ac.uk/aps/level2modules/aps223/med-handout-3-human-impacts.pdf]. Asociada a esta actividad humana, habría sido muy importante el pastoreo, al que con frecuencia se achaca la degradación y empobrecimiento de las comunidades vegetales mediterráneas (hasta el punto de prohibirlo como método para propiciar su conservación). No sólo los bosques esclerofilos son importantes en la región mediterránea. Diversos trabajos (Menéndez Amor y Florschütz, 1961, 1964; Ruiz Zapata y Acaso, 1981; Costa Tenorio *et al.*, 1990; García Antón *et al.*, 1995; Roig *et al.*, 1997, etc.) muestran que algunos de nuestros pinares, a menudo tan denostados, tienen tanta o más solera que los bosques de fagáceas, y también, que duda cabe, los vetustos sabinares. Y sin duda se podría decir lo mismo de otros ecosistemas mediterráneos no forestales. Es muy instructivo a ese respecto leer lo que nos dice González Rebollar (2001).

Hace ya algunos años que se ha empezado a comprobar experimentalmente -para sorpresa de algunos, porque va en contra de muchas ideas preestablecidas- que tanto la vegetación como la flora de la Región Mediterránea están perfectamente adaptadas a soportar el pastoreo, incluso el pastoreo intensivo, sin que ello suponga en general merma alguna en su diversidad y riqueza en especies (Gutman *et al.*, 1999; Gutman *et al.*, 2000; Robles Cruz *et al.*, 2001, etc.). Esto implica un periodo más o menos largo de adaptación, que cabe preguntarse si no es incluso muy anterior al comienzo del pastoreo controlado por el hombre (es decir el resultado de la coevolución prolongada entre manadas de herbívoros salvajes, insectos fitófagos, etc., y la ancestral flora mediterránea).

En la Región Mediterránea hay una enorme abundancia de plantas con adaptaciones de todo tipo –morfológicas, químicas, fisiológicas, etc.– destinadas a evitar que las coman los herbívoros, y de plantas que soportan bien e incluso se ven favorecidas por el pastoreo, lo que apunta a una larga historia evolutiva de convivencia con este "problema", que es particularmente grave en los climas mediterráneos (porque cuesta más que en otros ambientes el reponer la biomasa perdida). Este hecho resalta de forma particularmente nítida si observamos lo que ocurre en otras zonas con clima mediterráneo del Globo en donde el pastoreo, natural y/o doméstico, tiene y ha tenido históricamente una importancia menor. Me refiero sobre todo a la región de El Cabo.

Algunos autores cuestionan la falta de protagonismo que tradicionalmente se ha dado en Europa a la actividad de los grandes herbívoros actuales y extintos en la génesis de los ecosistemas vegetales, siendo así que se sabe que en ciertos lugares de África pueden ser responsables de cambios muy notables en la vegetación, e incluso pueden condicionar muchas veces el tipo de bosque que finalmente se instala como clímax. Hay datos que inducen a sospechar que el pastoreo natural ha tenido mucha más importancia en la historia evolutiva de la flora y vegetación mediterránea (y de la de gran parte del Globo) de lo que habitualmente se admite.

Adaptaciones y defensas contra el pastoreo

Adaptaciones morfológicas

Muchas plantas confían su defensa frente a los herbívoros a una protección de tipo físico. Es frecuente entre las plantas mediterráneas la protección de los brotes mediante fuertes espinas, como ocurre por ejemplo en especies de *Lycium, Rhamnus, Gymnosporia, Eryngium,* etc., o incluso la reducción de las hojas y su sustitución por espinas fotosintetizadoras, como en *Ulex* y *Asparagus*. El arto o azufaifo silvestre, *Ziziphus lotus*, que por razones de competencia radicular suele vivir generalmente en ejemplares aislados, se ha especializado hasta convertirse en un verdadero bunker vegetal, que sirve de refugio a otras muchas especies. Esta planta, mediante sus tallos en zigzag y sus dos tipos de espinas –una recta, con la que uno se pincha al intentar meter la mano, la otra ganchuda, que te atrapa cuando intentas sacarla– forma marañas impenetrables. Pese a ello pertenece a un género que tiene frutos carnosos comestibles, adaptados a la diseminación por animales. Este carácter del dimorfismo de las espinas debe de ser algo antiguo en la familia pues lo presenta también otra planta de la región mediterránea en apariencia bastante alejada, el *Paliurus spina-christi*. Por el contrario, las ramnáceas sudafricanas son todas plantas blandas e inermes. En los países tropicales, géneros como *Acacia* no sólo se defienden con espinas muy robustas, que no les sirven para evitar que animales especializados como la jirafa ramoneen sus brotes tiernos y hojas, sino que incluso pueden alojar en las espinas colonias de hormigas agresivas a las que alimentan convenientemente.

Algunas plantas de montaña mediterránea, como las almohadillas de pastor, de los géneros *Echinospartum, Astragalus, Genista,* etc., adoptan como protección la estrategia del erizo: forman masas redondeadas en forma hemisférica de las que sobresalen espinas fuertísimas, que no sólo les sirven para evitar que los herbívoros coman los brotes tiernos y hojas sino también como protección frente al frío y las heladas (quedan cubiertos por la nieve); una de ellas, la *Erinacea anthyllis*, debe a ello su nombre genérico. En las montañas donde no ha habido pastoreo, las Cañadas del Teide en Tenerife por ejemplo, todos los arbustos son inermes, y carecen de protección alguna contra los muflones que se introdujeron hace algunos años. Si una comunidad de plantas, como la de ciertas islas, no se ha desarrollado en contacto con animales, lo más probable es que no tenga defensa contra ellos.

Otra protección se logra mediante los pelos tiesos que cubren todas las partes de ciertas plantas, como las de la familia borragináceas y algunas crucíferas, los pelos irritantes que hay en el interior de los frutos de los rosales o las acículas y aguijones que cubren algunos de ellos, el fieltro de pelos que cubre ciertas hojas u órganos (que puede representar una defensa efectiva contra

algunos insectos), etc. Las compuestas del género *Carduncellus*, como ya se ha dicho, intentan protegen sus cabezuelas de los gorgojos formando una especie de tejado a modo de cúpula con los apéndices en forma de cuchara de las brácteas. Una protección habitual contra los herbívoros consiste en presentar una forma de ramificación más apretada y reducir el tamaño de las hojas, como hacen los acebuches, capaces de además de desarrollar facultativamente ramas espinosas en caso necesario. El dimorfismo foliar de algunas plantas mediterráneas, como el de la encina y el acebo, cuyas hojas jóvenes o las de las ramas inferiores suelen tener el margen dentado espinoso, mientras que las hojas adultas normales son inermes, representa otra defensa de este tipo. También los órganos carnosos subterráneos pueden servir de protección contra los herbívoros.

Defensas químicas

Las plantas recurren para defenderse a una amplia gama de compuestos químicos, muchos de los cuales no parecen tener otra función fisiológica: esencias, alcaloides, heterósidos, sustancias amargas, saponinas, taninos, cristales de oxalato cálcico, silicatos, etc. Entre ellas hay potentes insecticidas, como el piretro del *Tanacetum cinerariifolium*, que no es tóxico para los mamíferos; la actividad insecticida se debe sobre todo a las piretrinas I y II (ésteres de piretrolona). A veces esta defensa es tan evidente como en las ortigas, cuyos pelos irritantes evitan incluso que se toque la planta.

a) Plantas aromáticas. En los ecosistemas mediterráneos del Globo existe una cantidad desproporcionada de plantas productoras de aceites esenciales. Nada menos que 90 géneros de los aproximadamente 153 que acumulan aceites volátiles en todo el Globo, pertenecientes a 50 familias, tienen una distribución geográfica que coincide con las áreas de clima mediterráneo (Ross y Sombrero, 1991). Y una de las principales funciones de estos compuestos es la defensa directa (constitutiva o inducida) frente a los herbívoros, y la inhibición o supresión de organismos fitopatógenos. Los aceites esenciales, junto con los compuestos fenólicos, están involucrados también en fenómenos alelopáticos (defensa química contra los competidores, inhibiendo la germinación de las semillas). El mismo ciprés posee un aceite esencial que causa intoxicaciones en el ganado y en el hombre (Mulet, 1997). Si comparamos a grosso modo algunas de esas áreas, es evidente que la Región Mediterránea, en cuyos matorrales las labiadas tienen un protagonismo a veces muy elevado, es mucho más rica en plantas aromáticas que la Región de El Cabo.

b) Plantas con taninos. La riqueza en taninos de la corteza y hojas de algunas plantas, como las de las encinas, alcornoque y robles, constituye una defensa eficaz para evitar que los herbívoros las consuman en grandes cantidades. Según Perevolotsky (1995), para las cabras parece ser más importante minimizar la ingestión de taninos al seleccionar su alimento que el valor nutritivo de las plantas que comen, y su dieta resulta ser un compromiso entre la disponibilidad total de forraje, su valor nutritivo y el bajo contenido en compuestos indeseables. En este sentido son uno de los herbívoros más hábiles que se conocen. Bartolomé *et al.*, (1998) han encontrado por otra parte que en un mismo lugar puede haber diferencias muy significativas en la alimentación de los diferentes herbívoros (cabras y ovejas en su trabajo). Las cabras, por ejemplo, comen la encina durante todo el año, mientras que las ovejas la rechazan, y éstas últimas pastan con más frecuencia y ganas (las cabras son más bien ramoneadoras).

c) Plantas con otras sustancias venenosas. El número de plantas mediterráneas que contienen otros productos tóxicos para los animales, tales como saponinas, alcaloides, heterósidos cianogenéticos o cardiotónicos, cumarinas, fitoestrógenos, cantidades elevadas de nitratos, etc., es bastante elevado. Se puede ver una buena representación de ellas –las silvestres o introducidas en la Comunidad Valenciana– y de los principios que contienen en la interesante y documentada obra de Mulet (1997). Las viboreras del género *Echium* y diversas especies de *Senecio* poseen alcaloides pirrolizidínicos que producen envenenamiento del hígado y cirrosis, la adelfa, heterósidos cardiotónicos, el ojaranzo o *Rhododendron ponticum*, al que los ingleses denominan no exentos de razón el "asesino del campo", fenoles y diterpenos (grayanotoxinas), que lo hacen inco-

mestible para la mayoría de herbívoros, y así sucesivamente. Algunas plantas, como el centeno, pueden resultar tóxicas debido a ciertos parásitos: el cornezuelo.

d) Plantas con principios amargos. La adelfa, la tuera, la hiel de la tierra y otras plantas con principios amargos, evitan de esa manera el ser consumidas, excepto en cantidades relativamente pequeñas, por los herbívoros, aunque a veces esa defensa no es suficiente y se complementa con sustancias venenosas. También el olivo posee el principio amargo oleuparósido.

e) Plantas con resinas. La jara pringosa, *Cistus ladanifer,* produce una resina, el ládano, que es tóxica tanto para el hombre como para los animales, ya que produce convulsiones por una acción estimulante de origen colinérgico (Mulet, 1997), y cuya abundancia le permite además competir con éxito frente a distintas especies, ya que parece ser que inhibe el crecimiento de otras plantas. Otras plantas mediterráneas como las de los géneros *Pistacea,* etc., son también ricas en compuestos resinosos.

f) Plantas u órganos de la planta poco nutritivos. Las hojas adultas de los robles por ejemplo, son poco nutritivas, y además contienen taninos, por lo que pocos insectos fitófagos son capaces de alimentarse de ellas.

Defensas múltiples

La respuesta de las plantas a veces es bastante compleja e incluye una gama que puede ser bastante variada de recursos para luchar contra los herbívoros. La adelfa, por ejemplo es muy venenosa, y al mismo tiempo muy amarga, y tiene hojas correosas (habría que ver que posibilidades de supervivencia tendría una planta que fuera tierna y palatable, y viviera junto a los cursos de agua donde van a beber los animales en la Región Mediterránea, cuando el entorno es un secarral). El rascamaños, *Launaea arborescens,* es una planta espinosa, con latex, casi sin hojas (las hojas tiernas son fugaces) y con muy mal olor y sabor. El espino, *Gymnosporia senegalensis,* es espinosa y tiene además principios químicos disuasorios. La tuera representa la perfecta adaptación para la vida en el desierto, y es el paradigma de lo amargo; dice la dueña dolorida en el Quijote: "Y tan amargo que en su comparación son dulces las tueras y sabrosas las adelfas"; por un lado es capaz de vivir con una cantidad mínima de agua, que almacena en sus pequeñas sandías, que los animales del desierto a falta de otro suministro, se ven obligados a buscar para conseguir agua, pero regula la cantidad de fruta que puede comer cada animal al ser terriblemente amarga, y luego se asegura de la pronta expulsión de las semillas, y seguramente el que caigan en terreno momentáneamente humedecido, al ser un purgante muy drástico y eficaz.

Camuflaje

No hay en la Región mediterránea casos comparables al de las plantas piedra sudafricanas, pero los chumberillos de lobo (género *Caralluma,* de la familia de las asclepiadáceas) encuentran refugio en otras plantas (atochas de esparto) para escapar a la vista de los animales, y hay alguna especie como la *Launaea nudicaulis* que a menudo se mimetiza perfectamente con el terrenos hasta pasar casi inadvertida.

Defensas inducidas

Las defensas de las plantas contra los herbívoros muchas veces son constitucionales –plantas espinosas como la *Erynacea anthyllis* no dejarán de formar sus espinas–, pero otras veces son respuestas inducidas de tipo similar al inmunológico (Agrawal, 1998; Massei y Hartley, 2000, y referencias de estos trabajos). Estas respuestas, que reducen la preferencia del herbívoro por la planta y/o su capacidad de actuación sobre ella, se han encontrado en al menos un centenar de casos. Un ataque inicial del herbívoro desencadena una serie de respuestas de tipo químico, físico o biótico, que en el mejor de los casos se traduce en una mejora del éxito reproductivo (del vigor de la parte femenina, masculina o de ambas). En un rábano silvestre, *Raphanus sativus* L., planta que se cree de origen mediterráneo, se ha visto que sensibilizándolo al principio de su desa-

rrollo con una oruga, se incrementa la concentración de heterósidos azufrados (glucosinolatos) y la formación de pelos rígidos setosos, lo que puede incrementar hasta en un 60 % su éxito reproductivo al verse más libre de insectos fitófagos que la planta control; plantas a las que se las privó de la misma cantidad de tejido que las inducidas, pero por medios mecánicos, sin sensibilizarlas, sufrieron sin embargo una reducción en su éxito reproductivo del 38 % con respecto a las plantas control. Esto significa que las plantas sensibilizadas compensaron de sobra la perdida de tejido motivada por la inducción (Agrawal, 1998).

Las plantas capaces de inducción, para optimizar el aprovechamiento de sus recursos, deben de llegar a un compromiso entre crecimiento y defensa. Por este motivo, las plantas que crecen lentamente suelen tener un nivel más alto de compuestos secundarios, tales como taninos o fenoles, que las que lo hacen deprisa (Massei y Hartley, 2000). Esto lo han estudiado en el olivo, empleando razas de olivo silvestre y cultivado, y se ha visto que la respuesta inducida por el ramoneo puede variar incluso según la época del año, y es de tipo químico y estructural. Los olivos ramoneados acortan sus tallos y hojas, lo que se traduce en una ramificación más apretada y un follaje más denso; en el caso del acebuche, los brotes pierden las hojas y se vuelven espinescentes. En primavera, las hojas jóvenes tienen generalmente un contenido más alto en fenoles y nitrógeno que las adultas con independencia del ramoneo; y si se ramonean, simplemente baja la cantidad de nitrógeno. En invierno, el ramoneo induce un incremento en la cantidad de fenoles de las hojas. Como se ve, la respuesta del olivo es notablemente sofisticada. Las hojas tiernas de primavera ya están protegidas con fenoles, por si acaso, y si algún herbívoro las consume la planta responde minimizando las pérdidas de nitrógeno. En invierno, la planta sólo aumenta la cantidad de fenoles si hay posibilidad cierta de que la coma un herbívoro. Y la respuesta morfológica permite minimizar la pérdida de masa vegetal, habiéndose perdido aparentemente en el olivo cultivado, tal vez por selección humana, la capacidad de formar espinas. También muestra el olivo cultivado un crecimiento más rápido de los brotes y, como consecuencia, un nivel más bajo de fenoles en las hojas en primavera. Sin embargo, los olivos silvestres de Sudáfrica, *Olea europaea* subsp. *africana* (Mill.) P. S. Green y otras especies, aunque son a veces arbustivas como nuestro acebuche, no desarrollan espinas.

Canalización evolutiva

Hay casos de adaptaciones que se conservan por herencia muy antigua (por ejemplo *Erica tetralix* y *Araucaria araucana)*, en respuesta a presiones hoy desaparecidas (clima muy árido, con periodo de sequía acentuado, se supone que en algún lugar del centro de África, y presión de herbívoros gigantes del grupo de los dinosaurios). Las Ericas debieron tener en algún momento su importancia en los matorrales mediterráneos áridos, como la tiene hoy la *E. multiflora,* pero la han perdido y resulta una paradoja que plantas que en Europa requieren un clima suave y algo húmedo, subatlántico, tengan sin embargo unas hojas ericoides.

La vegetación y flora de la región mediterránea y su adaptación al pastoreo

En la flora de la Región Mediterránea, como hemos visto, están excepcionalmente bien representadas las plantas con adaptaciones morfológicas, químicas y fisiológicas destinadas a minimizar los efectos del pastoreo. Durante mucho tiempo se pensó que éste era muy perjudicial para los ecosistemas mediterráneos debido a los casos conocidos de sobrepastoreo abusivo y al hecho de que en un clima como el mediterráneo, con un período favorable para el desarrollo vegetativo de las plantas bastante corto, resulta costoso el reponer las partes consumidas por el ganado, sobre todo en los suelos pobres y en lugares de clima árido o semiárido. El pastoreo ha sido por tanto una de las actividades que se asociaba en el mediterráneo a la teoría de la degradación del paisaje, y una de las primeras si no la única actividad que se prohibía cuando se tenía la intención de proteger un espacio natural.

Pero son ya algo numerosos los trabajos (Gutman *et al.*, 1999; Gutman *et al.*, 2000; Sternberg *et al.*, 2000; Robles Cruz *et al.*, 2001, etc.) que demuestran experimentalmente que tanto la vegetación como la flora de la Región Mediterránea están perfectamente adaptadas a soportar el pastoreo, incluso el pastoreo intensivo, sin que ello suponga en general merma alguna en su diversidad y riqueza en especies. Es más, a determinadas plantas y comunidades no sólo les es favorable el pastoreo sino que es dudoso que pudieran mantenerse con su estructura y composición actual si éste faltara. Esto no ocurre en ambientes en que la flora se ha desarrollado sin la presencia de grandes herbívoros, tal como en ciertas islas (Hawai, Islas Canarias, etc.), donde las comunidades vegetales son extraordinariamente frágiles y vulnerables ante la introducción animales exóticos, por ejemplo de cabras, muflones, conejos, etc. Por ello cabe suponer que la flora del Mediterráneo ha pasado por un periodo más o menos largo de adaptación al pastoreo, de forma que las especies y comunidades que han sobrevivido están perfectamente adaptadas al mismo. Algo parecido es el caso de las malas hierbas mediterráneas, probablemente las más agresivas y competitivas del Mundo, debido según algunos a la lucha durante milenios de los agricultores por eliminarlas (como respuesta pueden crecer de forma muy rápida, han mejorado la profundidad y rapidez del enraizamiento, etc.) (Pignatti, 1978); pero tal vez su éxito se deba simplemente a que en el Mediterráneo se han producido cambios climáticos tan grandes y mezclas de flora de tal magnitud –de origen nordatlántico y gondwanense–, que los supervivientes son necesariamente fueras de serie en cuanto a resistencia y adaptación al medio.

¿Es posible que el proceso de adaptación que comentamos haya sido únicamente el resultado del pastoreo controlado por el hombre, o por el contrario fue un proceso muchísimo más dilatado en el tiempo? En otras palabras, ¿ha sido el hombre en épocas históricas el responsable de la adaptación al pastoreo de la flora mediterránea o sólo se ha aprovechado de esta adaptación? Parece difícil que una adaptación tan profunda se haya logrado en un periodo tiempo relativamente tan corto. De hecho, ni siquiera el clima mediterráneo tal como hoy lo conocemos, que es bastante reciente, es el responsable directo de las adaptaciones de la sequía de muchas de las plantas mediterráneas, empezando por la encina, cuyos antepasados, al igual que el de otras muchas plantas mediterráneas, empezaron a adquirir su resistencia actual en las fases de aridez de mediados del terciario, hace unos 20 o 30 millones de años (Axelrod, 1975; Quezel, 1978). El clima mediterráneo habría actuado como un filtro final para decidir que plantas xerofíticas de las que habitaban el Mediterráneo sobrevivían, necesitando en muchos casos sólo pequeños ajustes fisiológicos, y cuales no. Lo mismo se pude decir de al menos algunos de los géneros y especies mediterráneos que muestran adaptaciones para evitar al pastoreo: datos biogeográficos, como por ejemplo su presencia en ciertas islas, el que existan razas idénticas en Europa y el norte de África, etc., demuestra que son como mínimo anteriores a la crisis de salinidad del Messiniense (Bocquet *et al.*, 1978), es decir que tienen una antigüedad superior a los 5 millones de años. Los patrones actuales de distribución de muchos géneros mediterráneos, *Phonus, Thymbra, Olea, Micromeria, Buxus, Tetraclinis, Nerium*, etc., demuestran su antigüedad. No en todos los casos la adaptación para luchar contra los herbívoros tiene que ser tan antigua como la especie, pero en muchos casos –plantas espinosas o aromáticas con todos sus parientes próximos espinosos o aromáticos– sí parecen serlo.

La vegetación europea ha adquirido su actual fisiognomía en un período de tiempo geológicamente muy breve tras la última glaciación. Apenas unos 10.000 años. Pero en épocas anteriores fueron muy frecuentes las manadas de grandes herbívoros, uros, caballos, bisontes, cabras, ciervos, venados, gamos, etc., que sin duda debieron ejercer un efecto selectivo importante sobre la flora y vegetación al pastar y ramonear de forma intensiva. Incluso había elefantes y rinocerontes hasta hace sólo unos 20 o 30.000 años, y burros salvajes, osos de las cavernas, cuyo peso debió superar la media tonelada, y ciervos gigantes hasta hace unos 9.000 ó 10.000 años. Se sabe que en ciertos lugares de África los grandes herbívoros pueden ser responsables de cambios muy notables en la vegetación, e incluso pueden condicionar muchas veces el tipo de bosque que final-

mente se instala como clímax. No hay por que dudar que pueda haber ocurrido otro tanto en Europa y la Región Mediterránea, y que en la génesis de la actual flora y vegetación hayan desempeñado estos grandes herbívoros un papel importante. Es muy instructivo a este respecto leer el informe "Grazing and grazing animals" de Vakblad Natuurbeheer [http://www.minlnv.nl/international/policy/green/pna/herbivores/]. ¿Se debe el que sean nuestros bosques tan pobres en especies arbóreas no sólo a la dureza del clima sino a que los herbívoros eliminaron a otras especies que no eran capaces de soportar el pastoreo? Puede ser que sí. En conclusión, parece razonable pensar que la resistencia actual al pastoreo de la flora mediterránea se deba a que está perfectamente adaptada al mismo desde tiempos remotos y sea el resultado de una coevolución prolongada entre manadas de herbívoros salvajes, insectos fitófagos, etc., y la ancestral flora mediterránea. La influencia humana habría tenido un impacto muchísimo menor.

Importancia de mantener cierto grado de pastoreo (de animales salvajes o domésticos) para la conservación de ciertos ecosistemas mediterráneos

Después de lo dicho, parece claro que el mantenimiento de ciertos ecosistemas mediterráneos implica el mantenimiento de un cierto grado de pastoreo (Robles Cruz *et al.*, 2001). Los herbívoros, excepto en casos de sobrepastoreo, no son perjudiciales para la flora autóctona sino beneficiosos. Y en lo que respecta a las plantas, no parece que suponga un gran impacto en general la sustitución de la actividad de la fauna silvestre por ganado doméstico. Sin embargo, el ganado importado puede tener problemas con plantas locales venenosas que el ganado autóctono muchas veces evita. Se conoce por ejemplo el caso de la *Ortegia hispanica*, una cariofilácea endémica bastante tóxica, que ha provocado la muerte de ganado vacuno procedente de otros países europeos.

El sobrepastoreo sí puede ser muy perjudicial, como se ve en ciertos lugares del norte de África (caso de los cedrales de Azrou, en los que las especies impalatables como lechetreznas, espino blanco, torvisco, etc., adquieren un protagonismo inusitado), por lo que parece importante determinar cual es la carga adecuada de ganado que tolera una cierta comunidad.

El reino capense, su flora y vegetación

La región de El Cabo reúne en una extensión muy reducida una flora excepcional, hasta el punto de que se clasifica biogeográficamente como Reino Floral (Takhtajan, 1986). Se puede equiparar por tanto en cuanto a importancia florística al Reino Holártico, que incluye la Región Mediterránea y cubre gran parte de los territorios templados y fríos del Hemisferio Norte. Se calcula que tiene unas 9.000 especies de plantas vasculares, de las cuales 6.190 se consideran endemismos, es decir un 68,8 %; esta cifra es notablemente elevada si la comparamos con entre el 10 y el 15 % de endemismos que suele haber en los países e islas de la Región mediterránea. Con una superficie de 90.000 km^2, menos del 0,5 % del continente, su flora representa sin embargo un 20 % del total. El porqué de este elevadísimo número de endemismos no está nada claro (Goldblatt y Manning, 2000).

La vegetación más importante y característica es un matorral de tipo mediterráneo denominado *fynbos*, en el que dominan las proteáceas, ericáceas, compuestas, etc. Un hecho característico es la escasa importancia de las gramíneas, que son reemplazadas por otras monocotiledóneas, sobre todo por restionáceas, una familia que lo mismo que las proteáceas tiene su otro centro de distribución importante en Australasia. En el fynbos son de una gran importancia ecológica los fuegos periódicos, y el pastoreo tiene un impacto muy reducido. El número de plantas bulbosas, de la familia iridáceas sobre todo, es excepcional, tal vez debido a lo bien que toleran los incendios.

Al visitante mediterráneo le llama la atención la escasez de plantas espinosas, la mucha menor proporción de plantas aromáticas (aunque las hay en familias como las compuestas, rutáceas, labiadas o geraniáceas) –sobre todo el escasísimo protagonismo de las labiadas–, etc., es decir,

la falta de protagonismo de las plantas adaptadas a evitar a los herbívoros, o a aprovecharse de ellos para diseminar sus frutos y semillas (hay pocas plantas con bayas o frutos comestibles). Esto se debe a que los suelos en los que se desarrolla el fynbos son extremadamente pobres –el sustrato predominante es la arenisca– y el valor nutritivo de las plantas muy escaso. No hay por ello grandes herbívoros asociados al fynbos, porque el medio no suministra el nitrógeno que necesitarían las proteínas de mamíferos de gran talla; además de los baboons solamente lo habitan pequeños mamíferos, tales como como los dassies (*Procavia capensis*), el ratón estriado o striped mouse (*Rhabdomys pumilio*) o un pequeño antílope denominado grysbok (*Raphiceros melanotis*), que no levanta más de 56 cm y pesa unos 11 Kg., y que va solitario o en parejas, sin formar manadas.

El registro fósil sugiere que cuando se originó el fynbos, que se extendió por los terrenos infértiles viniendo del norte, y empezaron a haber condiciones climáticas semejantes a las mediterráneas, hace unos 5,2 millones de años (cuando se produjo la glaciación completa de la Antártida y desaparecieron los bosques de lluvia subtropicales del sudoeste de El Cabo), la pobreza de la dieta hizo que se extinguieran bastantes de los herbívoros de la zona, que muestran en sus mandíbulas y huesos los estragos de una alimentación deficiente.

Solamente en los terrenos algo más ricos, arcillas y sedimentos, se desarrolló un tipo de vegetación hoy muy escasa porque se ha utilizado sobre todo para fines agrícolas –resta sólo un 3 %, en manos de granjeros– que posibilitaba el pastoreo. Se denomina *renosterveld* –toma el nombre de un arbusto de la familia de las compuestas denominado *renosterbos*, el *Elytropappus rhinocerotis* (L. f.) Less., que domina habitualmente la comunidad–, y tiene la estructura de matorral más o menos abierto con bastantes gramíneas, estructura que se supone estaba condicionada por el pastoreo. Los arbustos son generalmente de hojas muy pequeñas y endurecidas (microfilia). En estos pastos prosperaban los únicos gamos típicos de la región de El Cabo, el *bluebuck* o gamo azulado (*Hippotragus leucophaeus*) y el bontebok (*Damaliscus dorcas dorcas*), que junto con el *klipspringer* (*Oreotragus oreotragus*) y el *grey rhebuck* (*Pelea capreolus*) son los únicos esporádicamente asociados al *fynbos*. El sustento debía de ser sin embargo bastante magro, porque el *bluebuck* fue el primer herbívoro que se extinguió en África, desplazado primero por los rebaños de los pastores *khoekhoe*, que entraban y salían en trashumancia en la región desde hace unos 2000 años, y posteriormente por los holandeses, ingleses y otros colonos europeos.

La flora capense difiere notablemente de la mediterránea en cuanto a la escasez de adaptaciones contra los herbívoros, y en que está sin embargo mucho más acostumbrada a los incendios, debido a que éstos suelen ser periódicos. Sin embargo tampoco faltan adaptaciones al fuego en la Región Mediterránea, ya que éste es un fenómeno totalmente habitual en los ecosistemas mediterráneos (Wells, 1969). No es seguramente una casualidad que una de las plantas más antiguas de su flora, la sabina de Cartagena, *Tetraclinis articulata*, esté perfectamente adaptada a rebrotar tras el fuego, y que a ciertas plantas aromáticas endémicas como la pebrella, *Thymus piperella*, le favorezcan claramente los incendios. Muchas plantas del *fynbos*, algunas proteáceas australianas y hasta un tercio de los pinos de la región mediterránea de California necesitan ineludiblemente el fuego para su reproducción.

¡Paraísos botánicos en terrenos paupérrimos!

Una vez que hemos visto que el pastoreo parece haber tenido una influencia notable en la evolución de la flora y vegetación de ciertas regiones, y mucho más escasa en otras, se puede contemplar con nuevas perspectivas un hecho muy curioso. Me refiero a que las zonas del Globo con mayor riqueza florística conocida, verdaderos paraísos botánicos, coinciden en ser aquellas en que las plantas crecen en el tipo de sustrato más pobre que uno pueda imaginarse (unas areniscas paupérrimas), y en la absoluta falta de protagonismo de las gramíneas. Es el caso de la Región de EL Cabo (reino capense) ya mencionado, donde las gramíneas son reemplazadas fundamentalmente por restionáceas, o el de los tepuyes en la Región de la Gauayana (Steyermark, 1986),

del reino neotropical, que tiene un porcentaje de endemismos a nivel específico que puede llegar al 90 ó 95 % (Takhtajan, 1986), y único lugar de Sudamérica en donde se han preservado elementos florísticos muy antiguos, que enlazan la flora neotropical con las de África e Indomalasia (integrantes con Sudamérica del antiguo continente de Gondwana), incluso representantes de familias como las dipterocarpáceas que hasta hace poco se creían exclusivamente paleotropicales. En esta región, las gramíneas son sustituidas por rapateáceas, xiridáceas, eriocauláceas, etc. También puede ser ese el caso de otra región con flora mediterránea que yo no conozco, la provincia del sudoeste de Australia, que tiene una de las floras más diferenciadas y ricas del Globo, equivalente a la de El Cabo, con entre un 68 y 75 % de endemismos (Beard, 1970; Goldblatt y Manning, 2000), en la que son frecuentes al parecer los terrenos arenosos, y donde también carecen de importancia las gramíneas (Takhtajan, 1986).

Es un hecho en principio sorprendente que a los terrenos más pobres les corresponda la flora más rica..., y que ello se repita en lugares muy apartados entre sí, en floras que no están directamente emparentadas y en ambientes muy diversos (excepto en el caso de El Cabo y Australia). La coincidencia es tan grande que debe de haber alguna circunstancia común que lo explique. Dado que alguna de estas regiones poseen climas tan duros como el mediterráneo –la región de El Cabo ha estado sometida los dos últimos millones de años a fluctuaciones climáticas bastante drásticas–, la explicación no puede ser que son zonas con unas condiciones ambientales excepcionalmente estables a lo largo del tiempo y muy favorables para la vida vegetal. Todas ellas coinciden en la pobreza del sustrato, y en que como consecuencia de ello las plantas tienen un valor nutritivo muy escaso, lo que ha posibilitado que se vean libres o casi libres de grandes herbívoros. ¿Puede deberse la excepcional riqueza de estas floras simplemente a que han podido sobrevivir y desarrollarse muchas especies que no lo hubieran hecho en un régimen en el que el pastoreo hubiese sido cosa habitual?.

Referencias bibliográficas

AGRAWAL, A. A., 1998. Induced responses to herbivory and increased plant performance. *Science*, **279**, 1201-1202.

AXELROD, D. I., 1975. Evolution and biogeography of Madrean-Tethyan sclerophyll vegetation. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **62**, 280-334.

BARTOLOMÉ, J.; FRANCH, J.; PLAIXATS J.; SELIGMAN., N. G., 1998. Diet selection by sheep and goats on Mediterranean heath-woodland range. *J. Range Manage.*, **51(4)**, 383-391.

BEARD, J. S., 1970. *An annotated checklist of the plants of Western Australia.* Kings Park Board, Perth.

BOCQUET, G.; WIDLER, B.; KIEFER, H., 1978. The Messinian Model – A new outlook for the floristics and systematics of the Mediterranean area. *Candollea* , **33**, 269-287.

COSTA TENORIO, M.; GARCÍA ANTÓN, M.; MORLA, C.; SAINZ OLLERO, H., 1990. La evolución de los bosques de la Península Ibérica, una interpretación basada en datos paleobiogeográficos. *Ecología,* Fuera de Serie N.º **1**, 31-58.

GARCÍA ANTÓN, FRANCO, M., F. ; MALDONADO, J.; MORLA, C. ; SAINZ, H., 1995. Una secuencia polínica en Quintana Redonda (Soria). Evolución holocena del tapiz vegetal en el Sistema Ibérico Septentrional. *Anales Jard. Bot. Madrid,* **52(2)**, 187-195.

GOLDBLATT, P. ; MANNING, J., 2000. Cape plants. A conspectus of the Cape Flora of South Africa. *Strelitzia,* **9,** 1-743.

GONZÁLEZ REBOLLAR, J. L., 2001. Reflexiones desde los límites del monte. III Congreso Forestal Español. Sierra Nevada 2001. *Mesa Temática n.º 5. Gestión Sostenible de Ecosistemas Forestales.*

GUTMAN, M; PEREVOLOTSKY, A.; UNGAR, E. D.; STERNBERG, M. ; KIGEL J., 1999. Mediterranean herbaceous vegetation response to high animal density and grazing defement: Implications for management and conservation. *Cahiers Options Mediterraneennes*, **39**, 161-164.

GUTMAN, M; PEREVOLOTSKY, A. ; STERNBER;G M., 2000. Grazing effects on a perennial legume, *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton, in a Mediterranean rangeland. *Cahiers Options Mediterraneennes,* **45**, 299-303.

MASSEI, G. ; HARTLEY, S. E., 2000. Disarmed by domestication? Induced responses to browsing in wild and cultivated olive. *Oecologia,* **122**, 225-231.

MENÉNDEZ AMOR, J. ; FLORSCHÜTZ, F., 1961. La concordancia entre la composición de la vegetación durante la segunda mitad del Holoceno en la costa de Levante (Castellón de la Plana) y en la costa W. de Mallorca. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.),* **59,** 97-100.

MENÉNDEZ AMOR, J. ; FLORSCHÜTZ, F., 1964. Results of the preliminary palynological investigation of samples from a 50 m boring in Southern Spain. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.),* **62**, 251-255.

MULET PASCUAL, L., 1997. Flora tóxica de la comunidad valenciana. Diputació de Castelló.

PEREVOLOTSKY, A. 1995. What determines grazing preferences for Mediterranean woody species? *Cahiers Options Mediterraneennes*, **12,** 221-224.

PIGNATTI, S., 1978. Evolutionary trends in Mediterranean flora and vegetation. Vegetatio, **37**, 175-185.

QUEZEL, P., 1978. Analysis of the flora of Mediterranean and Saharan Africa. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, **65**, 479-534.

ROBLES CRUZ, A. B.; GONZÁLEZ REBOLLAR, J. L. ; PASSERA, C. B.; BOZA J., 2001. Pastos de zonas áridas y semiáridas del sureste ibérico. *Arch. Zootec.*, **50**, 501-515.

ROIG, S., GÓMEZ, F.; MASEDO, F.; MORLA, C.; SÁNCHEZ, L. J., 1997. Estudio paleobotánico de estróbilos y maderas subfósiles holocenas en el yacimiento de Cevico Navero (Palencia, España). *Anales Jard. Bot. Madrid*, **55(1)**, 111-123.

ROSS, J. D. ; SOMBRERO, C., 1991. Environmental control of essential oil production in Mediterranean plants in J. B. Harborne and F. A. Tomas-Barberan (eds.). *Ecological Chemistry and Biochemistry of Plant Terpenoids*. Clarendon Press, Oxford.

RUIZ ZAPATA, B. ; ACASO DELTELL, E., 1981. Análisis polínico de una turbera localizada en el glaciar de Los Conventos (Macizo Central de Gredos, Ávila). Bot. Macaronesica, **8-9**, 249-254.

STERNBERG, M.; GUTMAN, M.; PEREVOLOTSKY, A.; UNGAR, E. D.; KIGEL, J., 2000. Vegetation response to grazing management in a Mediterranean herbaceous community: a funtional group approach. *J. Applied Ecol.*, **37**, 224-237.

STEYERMARK, J. A., 1986. Speciation and endemism in the flora of the Venezuelan tepuis. *In*: F. Vuilleumier ; M. Monasterio (eds.), *High Altitude Tropical Biogeography*. Oxford University Press, 317-373 pp. New York.

TAKHTAJAN, A., 1986. *Floristic regions of the world*. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London.

WELLS, P. V., 1969. The relation between mode of reproduction and extent of speciation in woody genera of the California chaparral. *Evolution*, **23**, 264-267.

PASTIZALES VIVACES DE LA SIERRA DE LOS FILABRES (SE IBÉRICO)

J. Peñas[1], J. Cabello[1], F. Valle[2] y J.F. Mota[1]

[1] Area de Botánica, Dpto. de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Almería. 04120 Almería. [2] Dpto. de Botánica. Universidad de Granada. 18071 Granada.

Resumen

Estudiamos la composición florística, los requerimientos ecológicos y la variabilidad de los pastizales vivaces de ambientes mésicos (secos) en la sierra de Los Filabres. Se observa una importante flora por su diversidad y por su significado corológico. Existe una gran diversificación de tipos de pastizales que responden a la variación de los gradientes ambientales y biogeográficos que se dan en la sierra. Interpretamos la dinámica paisajística de estas fitocenosis, donde destacan los de alta montaña y los "espartales" (comunidades de *Stipa tenacissima*).

Palabras clave: diversidad, fitocenosis, flora, gradientes ambientales, *Lygeo-Stipetea*.

Introducción

El sureste de la Península Ibérica presenta una gran diversidad de especies vegetales, distribuidas en multitud de tipos de ecosistemas y hábitats, debido a la variabilidad de gradientes ambientales existentes. Es por ello, que los taxones se adaptan a convivir y a competir en ambientes muy diversificados, por lo que también hay una elevada diversidad de fitocenosis. En este trabajo tratamos sobre la variabilidad, la ecología y la composición florística de los pastizales vivaces de ambientes secos dominados por especies de gramíneas (géneros como *Festuca, Stipa, Avenula, Poa, Brachypodium, Koeleria, Helictotrichon, Hyparrhenia*, etc.), en la sierra de Los Filabres (Andalucía oriental), que son comunidades incluidas en las clases fitosociológicas *Lygeo-Stipetea* (exceptuando las comunidades de *Sedum spp.* de la Al. *Sedion micrantho-sediformis*), *Festuco-Ononidetea, Nardetea* y *Poetea*. Para completar el conocimiento de otros tipos de pastizales de interés como pastos presentes en la sierra de Los Filabres, ver también Robles *et al.* (1989) para su descripción y dinámica, y Mota *et al.* (1993) y Peñas *et al.* (1999) para los pastizales terofíticos.

La sierra de Los Filabres es un macizo montañoso ubicado en el SE de la Península Ibérica (Almería y Granada) que representa una importante encrucijada biogeográfica (Mota *et al.*, 2002), con una notable variabilidad ecosistémica (Peñas, 1997).

Metodología

En el estudio de las comunidades vegetales hemos empleado el método fitosociológico de Braun Blanquet, completándose y actualizándose con los análisis paisajistas de la vegetación (Gehú y Rivas-Martínez, 1981). Se siguen las reglas del Código de Nomenclatura Fitosicológica (CNF) para la nomenclatura y prioridades. Para recoger las 107 muestras de vegetación (a disposición de los interesados, previa petición a los autores) en superficies de ecología y de fisionomía homogénea, se ha estratificado el paisaje vegetal (Kent y Coker, 1992) en función de criterios altitudinales, geo-

lógicos, biogeográficos, bioclimáticos y fisionómicos, asegurándose el tratamiento de la variabilidad de comunidades en los diferentes sustratos geológicos, en todas las situaciones bioclimáticas (*sensu* Rivas-Martínez *et al.* 2002) y en todas las unidades biogeográficas (*sensu* Mota *et al.*, 1997; Peñas, 1997).

Para la clasificación multivariante de comunidades (de la clase *Lygeo-Stipeea*) se ha utilizado un Análisis Clúster con el método UPGMA, realizado con el programa SYN-TAX 2000. Los datos fitosociológicos han sido transformados para su adaptación al tratamiento multivariante (van der Maarel, 1979), incluyéndose todas las especies características de cada sintaxón de la clase (sin las compañeras, ya que la eliminación de éstas últimas no alteraba el resultado de los análisis).

En el tratamiento taxonómico hemos seguido *Flora Iberica* (Castroviejo *et al.*, 1986 *et seg.*) y *Flora Europaea* (Tutin *et al.*, 1964-1980), excepto en *Avenula bromoides* (Gouan) H. Scholz subsp. *pauneroi* Romero Zarco, *Avenula gervaisii* J. Holub subsp. *murcica* (J. Holub) Romero Zarco, *Dactylis glomerata* L. subsp. *santai* Stebbins *et* Zohary, *Erysimum baeticum* (Heywood) Polantschek subsp. *bastetanum* Blanca et Morales, *Helictotrichon filifolium* (Lag.) Henrard subsp. *cazorlense* (Romero Zarco) Rivas Mart. *et al.*, *Helictotrichon filifolium* (Lag.) Henrard subsp. *arundanum* Romero Zarco, *Koeleria vallesiana* (Honckeny) Gaudin. subsp. *humilis* Braun-Blanq., *Koeleria caudata* (Link) Steudel subsp. *crassipes* (Lange) Rivas Mart., *Plantago subulata* L. subsp. *granatense* (Willk.) Malagarriga, *Seseli montanum* L. subsp. *granatensis* (Willk.) Pardo.

Resultados

Tras la estratificación del territorio y la realización de los muestreos fitosociológicos, se detectaron quince tipos distintos de comunidades de pastizales vivaces de ambientes mésicos (excluyendo los de ambientes higrófilos), de las que diez fitocenosis pertenecen a la clase *Lygeo-Stipetea*, tres a la *Festuco-Ononidetea*, una comunidad de *Nardetea* y otra de *Poetea*. La Tabla 1 muestra las características ecológicas (bioclimatología y tipo de sustrato geológico), la biogeografía en Los Filabres y las especies más frecuentes y características de cada tipo de pastizal. Con los inventarios realizados, hemos construido una tabla sintética (Tabla 2) de las especies características de cada asociación y unidades sintaxonómicas superiores. Por estar especialmente diversificados los pastizales de *Lygeo-Stipetea*, hemos estudiado la disimilitud entre ellos mediante la clasificación que se muestra en la Figura 1.

Discusión

Existe una gran diversidad de taxones distintivos y propios de los pastizales vivaces tratados, con hasta 71 especies características (ver Tabla 2), muchos de ellos endemismos o taxones de área reducida, destacando la gran diversificación de especies de gramíneas (hasta 31 diferentes), y en concreto de géneros como *Festuca, Avenula, Stipa, Poa, Koeleria,* etc. Algunas especies se presentan en varios tipos de comunidades como es el caso de *Brachypodium retusum, Dactylis glomerata* subsp. *hispanica, Phlomis lychnitis, Plantago albicans, Helianthemum cinereum* subsp. *rotudifolium, Stipa parviflora, Thymus zygis* subsp. *gracilis,* etc. Pero otros *taxa* son exclusivos o característicos de un tipo de comunidad, como *Armeria villosa* subsp. *bernisii, Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum, Dianthus broteri, Festuca indigesta* subsp. *hackeliana, Herniaria boissieri* subsp. *boissieri, Koeleria vallesiana* subsp. *humilis* y subsp. *vallesiana, Lygeum spartum, Trifolium repens* subsp. *nevadensis,* etc.

En la sierra de Los Filabres aparecen muy variadas comunidades de pastizales vivaces de ambientes *mésicos*, desde "lastonares" (comunidades dominadas por *Festuca scariosa* y *Helictotricho filifolium*), pasando por "yesquerales" (comunidades de *Brachypodium retusum*), "albardinales"(comunidades de *Lygeum spartum*), pastizales psicroxerófilos (comunidades de festucas de la clase *Festuco-Ononidetea*), etc. (ver Tablas 1 y 2). Pero son los "espartales" (comunidades de *Stipa tenacissima*), los que tienen mayor protagonismo porque son muy conspicuos paisajísticamente al

extenderse por cientos de hectáreas, y porque son los más diversificados con tres tipos de comunidades diferentes. Los pastizales responden a la gran variación de los gradientes ambientales (ver Tabla 1), sustituyéndose unos a otros en una dinámica de paisaje en función de los cambios de las variables ecológicas, fundamentalmente el tipo de bioclima (dependiente de la altitud y la latitud) y del tipo de sustrato geológico.

En la dinámica paisajística podríamos diferenciar, en primer lugar, aquellos pastizales de áreas que biogeográficamente son murciano-almerienses (ref. 5, 6, 8 y 9 de Tablas 1 y 2), de aquellos desarrollados en áreas béticas (el resto). Los pastizales murciano-almerienses están poco diversificados, pero son muy diferentes entre sí y con muchos elementos corológicos diferenciales. Entre los béticos, cabe una segunda estratificación en función del sustrato sobre el que se presenten y en función de la altitud (factor bioclimático), presentándose una gran variabilidad de pastizales en la alta montaña. Son particularmente interesantes desde el punto de vista biogeográfico los pastizales de áreas cacuminales, donde existe un interesante dinamismo en un gradiente de humedad edáfica (desde situaciones más secas a mayor humedad): con lastonares del *Helictotricho-Festucetum scariosae*, que dan paso a pastizales psicroxerófilos del *Seselio-Festucetum hystricis* en situaciones de insolación directa sobre calizas, o del *Herniario-Festucetum hystricis* sobre sílice, o del *Pimpinello-Festucetum nevadensis* en zonas de umbría (Peñas *et al.*, 2001); con una mayor humedad darán lugar a pastizales de *Festuca scabrescens* y *Trifolium nevadense* (as. *Nardo-Festucetum ibericae*).

Parte de lo dicho, lo podemos interpretar en la clasificación de las comunidades de *Lygeo-Stipetea* de Los Filabres que muestra la Fig. 1. Por un lado, son muy diferentes entre ellos y del resto de pastizales los lastonares (tanto sobre sílice como sobre calizas, 1 y 2); luego hay una mayor disimilaridad entre las comunidades murciano-almerienses (7, 6 y 8). Entre los espartales, cabe diferenciar bien a los filábricos (4, comunidad de *Dianthus broteri* y *Stipa tenacissima*), de los murciano-almerienses (5, *Lapiedro-Stipetum*) y de los béticos (3, *Thymo-Stipetum*).

Figura 1: Comunidades de la Cl. Lygeo-Stipetea en la Sª de Los Filabres.

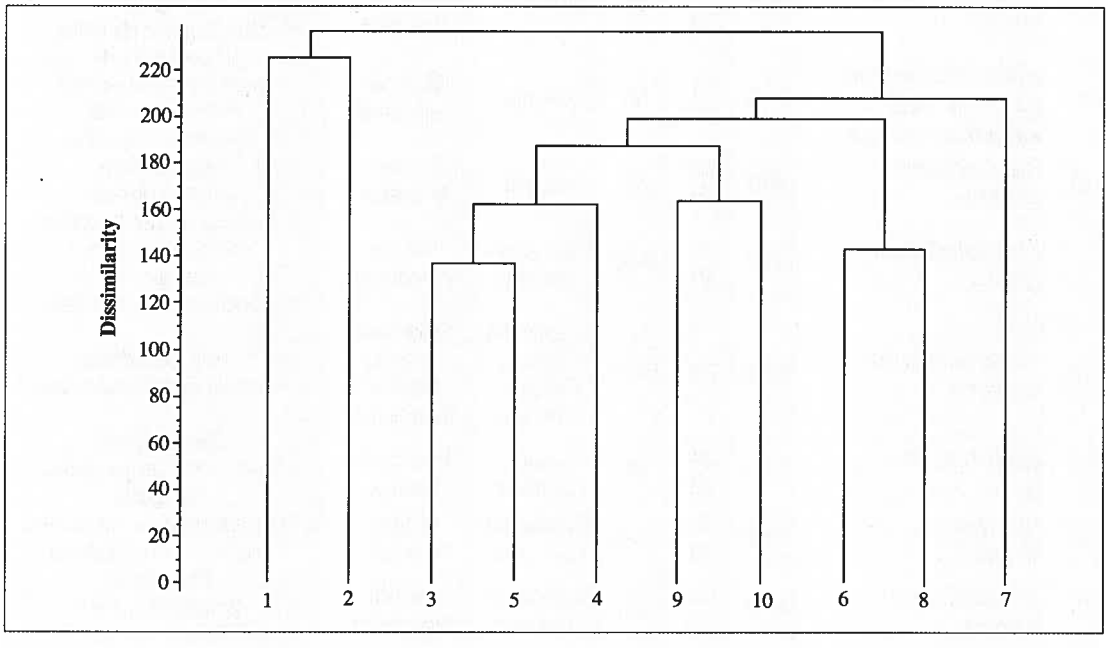


Tabla 1: Sintaxones resultantes de los muestreos, con sus condicionantes ambientales y especies características (ver también Tabla 2)

Ref.	Sintaxón	Bioclimatología (1)			Sustrato geológico	Biogeografía en Los Filabres	Especies características
		Biocl.	Term.	Ombr.			
1	*Helictotricho-Festucetum scariosae*	PO	OM-SM	SE-SH	Calizas-Dolomías	Guadiciano-Bacense	*Helictotrichon filifolium cazorlense* *Stipa capillata* *Festuca scariosa* *Koeleria vallesiana humilis*
2	*Dactylo-Festucetum scariosae*	MPO	MM-SM	SE	Micaesquistos y Cuarcitas	Filábrico (Nevadense)	*Festuca scariosa* *Arrhenatherum elatius bulbosum* *Koeleria cuadata crassipes* *Avenula bromoides pauneroi*
3	*Thymo-Stipetum tenacissimae*	MPO	MM	SE	Calizas y Margo-calizas	Guadiciano-Bacense	*Stipa tenacissima* *Thymus zygis gracilis* *Koeleria vallesiana vallesiana* *Asphodelus ramosus*
4	*Com. de Dianthus broteri y Stipa tenacissima*	MPO	MM	SE	Micaesquistos y Cuarcitas	Filábrico (Nevadense)	*Dianthus broteri* *Stipa tenacissima* *Dactylis glomerata hispanica* *Asphodelus ramosus*
5	*Lapiedro-Stipetum tenacissimae*	MXO	MM-TM	SE	Indiferente	Murciano-Almeriense	*Stipa tenacissima* *Dactylis glomerata santai* *Scorzonera angustifolia* *Stipa parviflora*
6	*Dactylo-Lygeetum sparti subas. Salsoletosum genistoidis*	MXO	MM-TM	SA	Margas (subsalinas)	Murciano-Almeriense	*Lygeum spartum* *Dactylis glomerata santai* *Avenula gervaisii murcica* *Salsola genistioides*
7	*Phlomido-Brachypodietum ramosi*	MPO	MM-SM	SE	Indiferente	Guadiciano-Bacense, Filábrico (Nevadense)	*Brachypodium retusum* *Phlomis lychnitis* *Festuca capillifolia* *Dactylis glomerata hispanica*
8	*Teucrio-Brachypodietum ramosi*	MXO	MM-TM	SA	Indiferente	Murciano-Almeriense	*Brachypodium retusum* *Ruta angustifolia* *Dactylis glomerata santai*
9	*Aristido-Hyparrheniteum pubescentis subas avenuletosum murciace*	MXO	TM-(MM)	SA	Indiferente	Murciano-Almeriense	*Hyparrhenia hirta* *Avenula gervaisii murcica* *Phagnalon saxatile* *Convolvulus althaeoides*
10	*Plantagini-Stipetum parviflorae*	MXO	MM-TM	SA	Indiferente	Murciano-Almeriense	*Stipa parviflora* *Plantago albicans*
11	*Herniario-Festucetum hystricis*	MPO	OM-SM	SH-SE	Micaesquistos y Cuarcitas	Filábrico (Nevadense)	*Herniaria boissieri boisssieri* *Armeria villosa bernisii* *Festuca hystrix* *Koeleria caudata crassipes*
12	*Pimpinello-Festucetum nevadensis*	MPO	OM	SH-SE	Micaesquistos y Cuarcitas, Calizas y Dolomías	Guadiciano-Bacense, Filábrico (Nevadense)	*Festuca nevadensis* *Hieracium pilosella tricholepium*
13	Seselio-Festucetum hystricis	MPO	OM-SM	SE	Calizas y Dolomías	Guadiciano-Bacense	Festuca hystrix Seseli montanum granatensis Poa ligulata
14	Nardo-Festucetum ibericae	MPO	OM-SM	SH-SE	Micaesquistos y Cuarcitas	Filábrico (Nevadense)	Festuca trichophylla scabrescens Trifolium repens nevadense
15	Astragaloi-Poetum bulbosae	MPO	SM-MM	SE	Micaesquistos y Cuarcitas	Filábrico (Nevadense)	Poa bulbosa Astragalus sesameus Plantago albicans

(1) Bioclimatología sensu Rivas-Martínez et al. (2002): Biocl.-Bioclimas. MPO-mediterráneo pluviestacional-oceánico, MXO-mediterráneo xérico-oceánico. Term.-Termotipos: OM-oromediterráneo, SM-supramediterráneo, MM-mesomediterráneo, TM-termomediterráneo. Ombr.-Ombrotipos: SE-seco, SH-subhúmedo, SA-semiárido.

Tabla 2: Tabla sintética de todas las comunidades tratadas

Comunidades (1):	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Anthyllis vulneraria subsp. argyrophylla	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	II	•	III	•	•
Arenaria armerina subsp. armerina	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	III	II	•	•	•
Aristida coerulescens	•	•	•	•	•	•	•	•	II	•	•	•	•	•	•
Armeria villosa subsp. bernisii	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	II	•	•	•	•
Arrhenatherum elatius subsp. bulbosum	•	IV	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Asphodelus fistulosus	•	•	•	•	•	•	•	•	I	•	•	•	•	•	•
Asphodelus ramosus	•	•	III	IV	+	•	II	•	II	•	•	•	•	•	•
Astragalus sesameus	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	V
Avenula bromoides subsp. bromoides	•	•	•	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Avenula bromoides subsp. pauneroi	•	III	II	•	•	•	II	•	•	•	•	II	•	•	•
Avenula gervaisii subsp. gervaisii	•	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Avenula gervaisii subsp. murcica	•	•	•	I	+	III	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Bituminaria bituminosa	•	•	•	•	•	•	II	•	II	•	•	•	•	•	•
Brachypodium retusum	•	•	II	•	+	III	V	V	•	•	•	•	•	•	•
Convolvulus althaeoides	•	•	•	I	•	•	•	II	IV	II	•	•	•	•	•
Corynephorus canescens	•	I	•	•	•	•	•	•	•	•	III	•	•	•	•
Dactylis glomerata subsp. hispanica	II	III	II	V	•	•	V	•	•	•	•	•	•	•	•
Dactylis glomerata subsp. santai	•	•	•	•	III	V	•	V	•	•	•	•	•	•	•
Dianthus broteri	•	•	•	IV	•	•	•	•	I	•	•	•	•	•	•
Dianthus pungens subsp. brachyanthus	•	IV	+	•	•	•	•	•	•	•	III	•	•	•	•
Dipcadi serotinum	•	•	•	•	•	I	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Eragrostis paposa	•	•	•	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Erysimum baeticum subsp. bastetanum	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	I	•	•	•	•
Euphorbia nicaeensis subsp. nicaeensis	•	•	•	•	•	•	III	•	•	•	•	•	I	•	•
Festuca capillifolia	•	•	+	•	•	•	II	•	•	•	•	•	•	•	•
Festuca hystrix	V	I	•	•	•	•	•	•	•	•	V	•	V	•	•
Festuca indigesta subsp. hackeliana	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	II	•	•	•	•
Festuca nevadensis	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	V	•	•	•
Festuca scariosa	II	V	+	I	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Festuca trichophylla subsp. scabrescens	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	III	V	•
Genista pseudopilosa	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	II	•	•	•
Haplophyllum linifolium	•	•	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Helianthemum cinereum subsp. rotundifolium	II	III	I	•	•	•	III	•	•	•	IV	•	V	•	•
Helianthemum oleandicum subsp. incanum	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	I	II	•	•
Helictothichon filifolium subsp. cazorlense	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Helictothichon filifolium subsp. filifolium	•	•	II	I	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Herniaria boissieri subsp. boissieri	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	III	•	•	•	•
Hieracium pilosella subsp. tricholepium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	II	III	•	II	•
Hyparrhenia hirta	•	•	•	•	I	•	•	II	V	•	•	•	•	•	•
Koeleria caudata subsp. crassipes	•	IV	•	•	•	•	•	•	•	•	V	•	•	•	•
Koeleria vallesiana subsp. humilis	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Koeleria vallesiana subsp. vallesiana	•	•	III	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Leontodon carpetanus subsp. nevadensis	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	II	•
Lygeum spartium	•	•	•	•	+	V	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Paronychia aretioides	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	I	•	•
Paronychia argentea	•	•	•	•	•	•	•	•	•	II	•	•	•	•	III
Phagnalon saxatile	•	•	•	IV	•	•	•	•	IV	•	•	•	•	•	•
Phlomis lychnitis	•	II	II	II	I	•	V	II	•	•	•	+	•	•	•
Pimpinella gracilis	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	III	•	•	•
Piptatherum coerulescens	•	•	•	I	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Piptatherum miliaceum	•	•	+	•	•	II	.	.	I	•	•	•	•	•	•
Plantago albicans	•	•	+	II	II	I	III	II	V	V	•	•	•	•	IV
Plantago subulata subsp. granatense	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	IV	II	•	•	•
Poa bulbosa	•	I	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	V
Poa ligulata	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	II	IV	•	•
Ruta angustifolia	•	•	+	II	+	•	•	II	•	•	•	•	•	•	•
Salsola genistioides	•	•	•	•	•	III	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Scabiosa turolensis	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	I	•	•	•	•
Scorzonera angustifolia	•	•	•	•	I	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sedum sediforme	•	•	I	•	I	I	•	II	I	•	•	•	•	•	•
Seseli montanum subsp. granatensis	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	III	V	•	•
Silene legionensis	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	I	•	•	•
Stipa capillata	IV	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Stipa parviflora	•	•	+	I	III	II	•	II	III	V	•	•	•	•	•
Stipa tenacissima	•	•	V	V	V	I	II	•	IV	•	•	•	•	•	•
Teucrium webbianum	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	I	•	•	•
Thapsia villosa	•	•	+	•	+	•	II	•	•	•	•	•	•	•	•
Thymus zygis subsp. gracilis	•	I	V	III	II	•	II	•	II	•	•	•	•	•	•
Tragopogon filifolium	•	•	II	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Trifolium repens subsp. nevadense	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	IV	•
Trigonella monspeliaca	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	I

Tabla 2: Continuación.

(1) Ref. y Comunidades (Sintaxones)		n
Clase	*Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* Rivas Martinez 1978	
1	Helictotricho filifolii-Festucetum scariosae Martínez Parras, Peinado et Alcaraz 1983	3
2	Dactylo hispanicae-Festucetum scariosae Martínez Parras, Peinado et Alcaraz 1987 subas. típica	6
3	Thymo gracile-Stipetum tenacissimae Pérez Raya 1987	12
4	Comunidad de Dianthus broteri y Stipa tenacissima	5
5	Lapiedro martinezii-Stipetum tenacissimae Rivas Martínez et Alcaraz in Alcaraz 1984	25
6	Dactylo hispanicae-Lygeetum sparti Rivas Martínez in Alcaraz 1984 salsoletosum genistoidis Alcaraz 1984	5
7	Phlomido lychnitis-Brachypodietum ramosi Br.-Bl. 1924	2
8	Teucrio pseudochamaepitys-Brachypodietum ramosi O. Bolòs 1957	2
9	Aristido coerulescentis-Hyparrheniteum pubescentis Rivas-Martínez et Alcaraz in Alcaraz 1984 subas. avenuletosum murciace (típica)	9
10	Plantagini albicantis-Stipetum parviflorae De la Torre, Alcaraz et Vicedo 1996	4
Clase	*Festuco hystricis-Ononidetea striatae* Rivas Martínez, Díaz, Fernández Prieto, Loidi et Penas 1991	
11	Herniario boissieri-Festucetum hystricis Peñas, Cabello, F. Valle & Mota 2001	10
12	Pimpinello gracili-Festucetum nevadensis Peñas, Cabello, F. Valle & Mota 2001	7
13	Seselio granatensis-Festucetum hystricis Martínez Parras, Peinado et Alcaraz 1987 subas. típica	5
Clase	*Nardetea strictae* (Oberdorfer 1949) Rivas Goday *in* Rivas Martinez 1963	
14	Nardo strictae-Festucetum ibericae Quézel 1953	5
Clase	*Poetea bulbosae* Rivas Goday et Rivas Martinez *in* Rivas Martinez 1978	
15	Astragalo sesamei-Poetum bulbosae Rivas Goday et Ladero 1970 nom. inv.	7

Referencias bibliográficas

CASTROVIEJO, S.; LAÍNZ, M.; LÓPEZ-GONZÁLEZ, G.; MONTSERRAT, P.; MUÑOZ-GARMENDIA, F.; PAIVA, J.; VILLAR, L. (eds), 1986 *et seg. Flora Iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. I-XIV.* Real Jardín Botánico de Madrid & Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, (España).

GEHÚ, J. M.; RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1981. Notions fondamentales de Phytosociologie. En: *Syntaxonomie,* 5-23. Ed. H. DIERSCHEKE, Ber. Int. Symp. Int. Vereinigung Vegetationsk. J. Cramer, Vaduz, (Alemania).

KENT, M.; COKER, P., 1992. *Vegetation description and analysis: a practical approach.* CRC Press. Boca Ratón, (Estados Unidos).

MOTA, J. F.; GÓMEZ, F.; CABELLO, J. & PEÑAS, J., 1993. Estudio fitosociológico de los pastizales sabulícolas (ord. *Malcolmietalia* Rivas Goday 1957) de los Campos de Níjar y Tabernas (SE de la Península Ibérica). *Ecologia Mediterranea,* **XIX(3/4)**, 53-60.

MOTA, J. F.; CABELLO, J.; CUETO, M.; GÓMEZ, F.; GIMÉNEZ, E.; PEÑAS, J., 1997. *Datos sobre la vegetación del sureste de Almería.* Universidad de Almería (España).

MOTA, J. F.; PÉREZ-GARCÍA, F.; JIMÉNEZ, M. L.; AMATE, J. J.; PEÑAS, J. 2002. Phytogeographical relationships among high mountain areas in the Baetic ranges (South Spain). *Global Ecology and Biogeography,* **11**, 479-504.

PEÑAS, J., 1997. *Estudio fitocenológico y biogeográfico de la sierra de Los Filabres. Análisis de la diversidad de los matorrales.* Tesis Doctoral, Universidad de Granada.

PEÑAS, J.; CABELLO, J.; VALLE, F.; MOTA, J. F, 1999. Pastizales terofíticos del SE Ibérico: sierra de Los Filabres (Andalucía Oriental, España). *Stvdia Botanica*, **18**, 21-46.

PEÑAS, J.; CABELLO, J.; VALLE, F.; MOTA, J. F, 2001. High mountain psychro-xerophilous calcicolous pastures of the Iberian Peninsula: *Minuartio –Poion ligulatae. Folia Geobotanica*, **36**, 353-369.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T. E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSA, M.; PENAS, A., 2002. Vascular plants communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Part I. *Itinera Geobotanica*, **15(1)**, 5-432.

ROBLES, A. B.; MORALES M. C.; PEÑAS, J., 1989. Dinámica e interés ganadero de los pastos semiáridos en la provincia de Almería (España): experiencia piloto en la sierra de los Filabres. *Pastos*, **Extraordinario**, 37-44.

TUTIN T. G.; HEYWOOD W. H.; BURGES N. A.; MOORE D. M.; VALENTINE D. H.; WALTERS S. M.; WEBB D. A. (eds.), 1964-1980. *Flora europaea. Vols. 1-5.* Cambridge Univ. Press, Cambridge (Inglaterra).

VAN DER MAAREL, E., 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio*, **39(2)**, 97-114.

GRASSLANDS OF LOS FILABRES MOUNTAIN (IBERIAN SOUTHEASTERN)

SUMMARY

We studied the floristic composition, the ecological requirements and the variability of the grasslands of mesic environments (dry) in the mountain range of the Los Filabres. An important flora by its diversity and its chorological meaning is observed. A great diversification of grassland types occurs in the mountain range that responds to the variation of the environmental and biogeographic gradients. We interpreted the landscaping dynamics of these plant communities, where stand out the high mountain grasslands and the "espartales" (*Stipa tenacissima* communities).

Key words: diversity, fitocoenosis, flora, environmental gradients, *Lygeo-Stipetea*.

PASTIZALES VIVACES (*LYGEO-STIPETEA* RIVAS-MARTÍNEZ 1978) DE LA SIERRA DE GÁDOR (ALMERÍA)

E. Giménez Luque, J. Navarro y F. Gómez Mercado

Dpto. Biología Vegetal y Ecología. E.P.S. Universidad de Almería. La Cañada de San Urbano s/n. E-04120. Almería (España).

Resumen

La actividad antrópica desarrollada históricamente en la Sierra de Gádor (principalmente minería de plomo) hizo desaparecer la mayor parte de los bosquetes de encinas y matorrales preforestales de porte alto. En la actualidad, la vegetación más relevante es la correspondiente a los pastizales graminoides de la clase *Lygeo-Stipetea*. En este trabajo realizamos una revisión sintética de estos pastizales a partir de datos tomados siguiendo la metodología fitosociológica de la Escuela de Zürich-Montpellier. El estudio ha permitido diferenciar siete tipos de pastizales. Se comenta para cada uno de ellos aspectos relacionados con la ecología, composición florística, dinámica y presencia en el área de estudio.

Palabras clave: Corología, fitosociología, sector Alpujarreño-Gadorense.

Introducción

Los pastizales de *Lygeo-Stipetea* están bien representados en la Sierra de Gádor. Este tipo de vegetación ha sido estudiada parcialmente en diversos trabajos para áreas próximas (Alcaraz *et al.*, 1989; Alcaraz *et al.*, 1991; Mota *et al.*, 1997; etc), sin que hasta el momento se haya realizado un estudio global para este territorio.

El objetivo de este trabajo es presentar una síntesis de la clase *Lygeo-Stipetea* en la zona a partir de los datos obtenidos por los autores en un estudio previo sobre dicha área (Giménez-Luque, 2000). Las comunidades reconocidas se presentan por medio una sinopsis sintaxonómica y se caracterizan desde el punto de vista florístico y ecológico.

Área de estudio

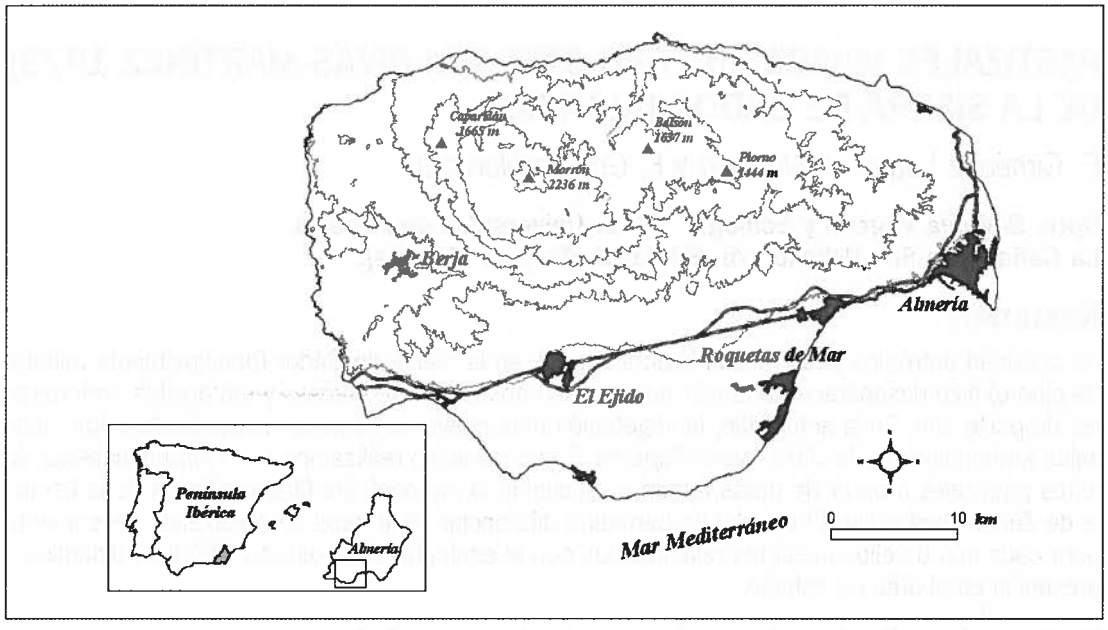
El área de estudio se sitúa en el suroeste de la provincia de Almería (Figura 1). Queda enmarcada por los ríos Adra y Andarax, y engloba todo el macizo gadorense y la llanura costera conocida como "Campos de Dalías". Ocupa una superficie aproximada de 65.000 ha, con un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 2.242 m (Morrón).

El área se encuadra en la Región Mediterránea, a caballo entre dos interesantes provincias, la Bética y la Murciano-Almeriense (Rivas-Martínez y Loidi, 1999a).

Según la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez (1996a) y el uso de algunos de los índices propuestos en las últimas clasificaciones fitoclimáticas de Rivas-Martínez (1994, 1996a) y Rivas Martínez y Loidi (1999b), el territorio presenta macrobioclima Mediterráneo, con tres de sus cinco bioclimas: Mediterráneo desértico-oceánico, Mediterráneo xérico-oceánico y Mediterráneo plu-

viestacional-oceánico. Los ombrotipos representados son el árido, semiárido, seco y subhúmedo; los termotipos el inframediterráneo (valor del índice de termicidad de 457 para la estación termopluviométrica "Adra-Faro", obteniéndose estadísticamente valores teóricos superiores a 474 en la parte meridional de la zona de estudio), termomediterráneo, mesomediterráneo, supramediterráneo y oromediterráneo.

Figura 1: Localización del área de estudio.



Material y métodos

Para la caracterización de las comunidades de *Lygeo-Stipetea* en Sierra de Gádor se han utilizado fuentes bibliográficas (Alcaraz *et al.*, 1989; Alcaraz *et al.*, 1991; Mota *et al.*, 1997; Peinado *et al.*, 1992; Pérez-Raya, 1987; etc) así como un amplio número de muestras de campo tomadas según el método fitosociológico (Braun-Blanquet, 1964). En la nomenclatura de los sintáxones se sigue el Código de Nomenclatura Fitosociológica (Weber *et al.*, 2000).

Resultados y discusión

La clase *Lygeo-Stipetea* incluye a los pastizales de gramíneas vivaces duras, de porte generalmente elevado y profundamente enraizadas (espartales, albardinales, lastonares y cerrillares) que se asientan en suelos profundos con ausencia de horizontes gleicos en los pisos termo, meso, supra y oromediterráneo del occidente de la región Mediterránea.

En la siguiente sinopsis sintaxonómica, ordenada siguiendo los criterios de Rivas-Martínez *et al.* (2002), mostramos los siete tipos de vegetación reconocidos:

Lygeo-Stipetea Rivas-Martínez 1978

+ *Lygeo-Stipetalia* Br.-Bl. & O. Bolòs 1958

• *Thero-Brachypodion retusi* Br.-Bl. 1925

1 Phlomido lychnitidis-Brachypodietum retusi Br.-Bl. 1925

2 Teucrio pseudochamaepityos-Brachypodietum ramosi O. Bolòs 1957

• *Agropyro pectinati-Lygeion sparti* Br.-Bl. & O. Bolòs 1958 *corr.* Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

3 *Dactylido hispanicae-Lygeetum sparti* Rivas-Martínez *ex* Alcaraz 1984 *salsoletosum genistoidis* Alcaraz 1984

• *Stipion tenacissimae* Rivas-Martínez 1978

4 *Lapiedro martinezii-Stipetum tenacissimae* Rivas-Martínez & Alcaraz *in* Alcaraz 1984

5 *Thymo gracilis-Stipetum tenacissimae* Pérez-Raya & Molero 1987

• *Festucion scariosae* Martínez-Parras, Peinado & Alcaraz 1984

6 *Helictotricho filifolii-Festucetum scariosae* Martínez-Parras, Peinado & Alcaraz 1984

+ *Hyparrhenietalia hirtae* Rivas-Martínez 1978

• *Hyparrhenion hirtae* Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1956

7 *Aristido coerulescentis-Hyparrhenietum pubescentis* Rivas-Martínez & Alcaraz *in* Alcaraz 1984

Phlomido lychnitidis-Brachypodietum retusi Br.-Bl. 1925

Pastizales de cobertura media, dominados por el hemicriptófito *Brachypodium retusum*. Aparece en el piso mesomediterráneo con ombrotipo seco a subhúmedo, si bien puede ascender al horizonte inferior del supramediterráneo, sobre suelos carbonatados profundos. Se extiende por toda la subregión Mediterránea Occidental. Estos pastizales se encuentran bien representados en la Sierra de Gádor, aunque nunca ocupan grandes extensiones; es muy frecuente su presencia junto al matorral o hiniestal.

Teucrio pseudochamaepityos-Brachypodietum ramosi O. Bolòs 1957

Pastizales dominados por *Brachypodium retusum*, acompañado por muchos caméfitos y geófitos. Se diferencia de la asociación anterior porque aparecen elementos florísticos típicamente murciano-almerienses como son *Allium melananthum, Avenula gervaisii* subsp. *murcica* y *Dactylis glomerata* subsp. *santai*. Aparece sobre suelos carbonatados, no muy profundos, en los pisos termo y mesomediterráneo, semiárido y seco inferior. Se distribuye por las provincias Mediterráneo-Iberolevantina y Murciano-Almeriense. En nuestro territorio estos pastizales se presentan en el área ocupada corológicamente por la provincia Murciano-Almeriense. Se encuentra bien representados, aunque con poca extensión.

Dactylido hispanicae-Lygeetum sparti Rivas-Martínez *ex* Alcaraz 1984 subasociación ***salsoletosum genistoidis*** Alcaraz 1984

Pastizal hemicriptofítico dominado por *Lygeum spartum*. Presenta una distribución óptima en la provincia Murciano-Almeriense, aunque también se ha localizado en el sector Guadiciano-Bacense, Manchego y Setabense. La subasociación *salsoletosum genistoidis* se restringe a la provincia Murciano-Almeriense, teniendo como especie diferencial territorial *Salsola genistoides*. Ocupa los pisos termo y mesomediterráneo, semiárido y seco. En el territorio estudiado no es muy frecuente, su presencia se restringe a las zonas con ombrotipo semiárido incluidas en el subsector Almeriense Occidental.

Lapiedro martinezii-Stipetum tenacissimae Rivas-Martínez & Alcaraz *in* Alcaraz 1984

Pastizal camefítico, dominado por *Stipa tenacissima*, con algunos hemicriptófitos y geófitos como *Distichoselinum tenuifolium, Lapiedra martinezii* (diff.), *Gagea hispanica, Dactylis glomerata* subsp. *santai, Avenula gervaisii* subsp. *murcica* (diff.). Originalmente esta asociación fue descrita para los territorios semiáridos de la provincia Murciano-Almeriense (Alcaraz, 1984), posteriormente algu-

nos autores (Alcaraz *et al.*, 1989; Alcaraz *et al.*, 1991; Mota *et al.*, 1997) ampliaron su área de distribución por los territorios termo y mesomediterráneos con ombrotipo semiárido y seco de la parte meridional de la Península Ibérica. Por nuestra parte, de acuerdo con Peinado *et al.* (1992) mantenemos el concepto original de la asociación, restringiéndola a los territorios semiáridos murciano-almerienses; mientras que los espartales desarrollados bajo ombrotipo seco (sector Alpujarreño-Gadorense y Malacitano-Almijarense) se incluirían en la asociación *Thymo-Stipetum tenacissimae*, que comentamos a continuación.

Thymo gracilis-Stipetum tenacissimae Pérez-Raya 1987

Espartal fisionómicamente denso. Entre las macollas del esparto se instalan algunos hemicriptófitos graminoides y, sobre todo, nanofanerófitos y caméfitos entre los que destacan *Thymus zygis* subsp. *gracilis y Ulex parviflorus*. Se desarrolla fundamentalmente en laderas más o menos inclinadas y soleadas, en los horizontes inferior y medio del piso mesomediterráneo con ombrotipo seco (Pérez-Raya, 1987). Inicialmente esta asociación se describió para el piso mesomediterráneo seco del sector Malacitano-Almijarense (Pérez-Raya, *op. cit.*), desligándola de la asociación *Arrhenathero-Stipetum tenacissimae* Rivas-Martínez *ex* Izco 1969, propia del centro peninsular y en la que otros autores (Martínez-Parras *et al.*, 1983; Rivas-Martínez *et al.*, 1986) habían incluido a los espartales termo y mesomediterráneos bajo ombrotipo seco de Sierra Nevada. La asociación se presenta también en el sector Alpujarreño-Gadorense, ocupando parte del área de los pisos termomediterráneo superior y mesomediterráneo bajo ombrotipo seco, hecho que ya indicaron López-Guadalupe *et al.* (1994) para la Sierra de Lújar.

Helictotricho filifolii-Festucetum scariosae Martínez-Parras, Peinado & Alcaraz 1984

Pastizal vivaz denso dominado por el lastón (*Festuca scariosa*), en el que aparecen un elevado número de gramíneas hemicriptofíticas y algunos caméfitos entre los que se encuentran *Helictotrichon filifolium* var. *cazorlensis*, *Avenula bromoides* subsp. *pauneroi* y *Stipa offneri*. Presenta su óptimo sobre suelos carbonatados (calizos y calizo-dolomíticos). Se desarrolla fundamentalmente en el piso supramediterráneo con ombrotipo seco a subhúmedo, descendiendo con frecuencia al horizonte superior del mesomediterráneo. Es propia de la provincia corológica Bética. En la Sierra de Gádor estos pastizales son extensos y homogéneos, ocupando la mayor parte del área de la serie supramediterránea de la encina *Berberido-Querceto rotundifoliae S.*

Aristido coerulescentis-Hyparrhenietum pubescentis Rivas-Martínez & Alcaraz *in* Alcaraz 1984

Pastizales vivaces dominados en su mayoría por el cerrillo (*Hyparrhenia hirta*), que se desarrollan en suelos poco profundos de rellenos térreos, al pie de paredones calizos o en áreas de cultivos largo tiempo abandonados. Esta asociación es propia del piso termomediterráneo semiárido de la provincia Murciano-Almeriense (Díez-Garretas y Asensi, 1999).

Conclusiones

Los pastizales vivaces graminoides de la clase *Lygeo-Stipetea* tienen una amplia y diversa presencia en la Sierra de Gádor, con representación de sus dos únicos órdenes, *Lygeo-Stipetalia* e *Hyparrhenietalia hirtae*.

Los pastizales de *Brachypodium retusum* están bien representados en la zona, aunque no ocupan grandes extensiones. Aparecen generalmente en suelos medianamente profundos, a veces superficialmente cascajosos y en ningún caso hidromorfos, en los termotipos termo a supramediterráneo. Cuentan con dos asociaciones (*Phlomido lychnitidis-Brachypodietum retusi* y *Teucrio pseudochamaepityos-Brachypodietum ramosi)* que difieren ecológicamente en la profundidad del suelo sobre el que se asientan y en sus tolerancias térmicas e hídricas. Los espartales se desarrollan en terrenos termo y mesomediterráneos bajo ombrotipo seco y semiárido. Están representados por dos asociaciones de discutida interpretación biogeográfica, optando finalmente por restringir a los territorios semiáridos murciano-almerienses los espartales de la asociación *Lapiedro marti-*

nezii-Stipetum tenacissimae; mientras que los espartales desarrollados bajo ombrotipo seco (sector Alpujarreño-Gadorense y Malacitano-Almijarense) se incluyen en *Thymo gracilis-Stipetum tenacissimae*. El albardinal (*Dactylido hispanicae-Lygeetum sparti salsoletosum genistoidis*) reemplaza al espartal en suelos profundos con mala ventilación, ricos en elementos finos. Esta comunidad está sujeta a inundaciones temporales y tolera un cierto grado de sales y yeso en el suelo.

Los lastonares de *Festuca scariosa* (*Helictotricho filifolii-Festucetum scariosae*) representan, junto a los piornales, el paisaje típico de los pisos supra y oromediterráneo de la Sierra de Gádor, ocupando grandes extensiones.

Por último, los cerrillares (*Aristido coerulescentis-Hyparrhenietum hirtae*), aparecen en suelos poco profundos, sometidos a cierta alteración y de carácter subnitrófilo. Son muy frecuentes en las cunetas de carreteras y caminos así como en las laderas más alteradas del piso termomediterráneo semiárido.

Referencias bibliográficas

ALCARAZ, F., 1984. *Flora y Vegetación del N.E. de Murcia*. Serv. Publ. Universidad de Murcia, 406 pp. Murcia (España).

ALCARAZ, F.; DÍAZ, T. E.; RIVAS-MARTÍNEZ, S.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, P., 1989. Datos sobre la vegetación del sureste de España: provincia biogeográfica Murciano-Almeriense. *Itinera Geobotanica*, **2**, 1-133.

ALCARAZ, F.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, P.; DE LA TORRE, A.; RÍOS, S.; ÁLVAREZ-ROGEL, J., 1991. *Datos sobre la vegetación de Murcia (España). Guía Geobotánica de la Excursión de la XI Jornadas de Fitosociología*. PPU (Promociones y Publicaciones S.A. Universidad de Murcia), 162 pp. Murcia (España).

BRAUN-BLANQUET, J., 1964. *Pflanzansoziologie. Grudzüge der Vegetationskunde*. Ed. 3. Springer, 885 pp. Wien (Austria).

DÍEZ-GARRETAS, B.; ASENSI, A., 1999. Syntaxonomic analysis of the Andropogon-rich grasslands (*Hyparrhenietalia hirtae*) in the western Mediterranean Region. *Folia Geobotanica*, **34**, 307-320.

GIMÉNEZ-LUQUE, E., 2000. *Bases botánico-ecológicas para la restauración de la cubierta vegetal de la Sierra de Gádor*. Tesis Doc. Univ. Almería, 620 pp. Almería (España).

LÓPEZ-GUADALUPE, M.; LOSA-QUINTANA, J. M.; NEGRILLO-GALINDO, A. M., 1994. Los pastizales de la clase *Lygeo-Stipetea* en la Sierra de Lújar (Granada). *Ars Pharmaceutica*, **34(3)**, 265-272.

MARTÍNEZ-PARRAS, J. M.; PEINADO, M.; ALCARAZ, F., 1983. Estudio botánico de los ecosistemas de la depresión de Padul (Granada). *Collect. Bot. (Barcelona)*, **14**, 317-326.

MOTA, J. F.; CABELLO, J.; CUETO, M.; GÓMEZ, F.; GIMÉNEZ, E.; PEÑAS, J., 1997. *Datos sobre la Vegetación del Sureste de Almería (Desiertos de Tabernas, Karst en Yesos de Sorbas y Cabo de Gata)*. Universidad de Almería, 130 pp. Almería (España).

PEINADO, M.; ALCARAZ, F.; MARTÍNEZ-PARRAS, J. M., 1992. *Vegetation of Southeastern Spain*. Flora et Vegetatio Mundi, X. J. Cramer, 487 pp. Berlin-Stuttgart (Alemania).

PÉREZ-RAYA, F., 1987. *La vegetación en el sector Malacitano-Almijarense de Sierra Nevada. (Investigaciones sintaxonómicas y sinfitosociológicas)*. Tesis Doc. Univ. de Granada. 350 pp. Granada (España).

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; SÁNCHEZ-MATA, D., 1986. Datos sobre la vegetación del Sistema Central y Sierra Nevada. *Op. Bot. Phar. Complutensis*, **2**, 3-136.

RIVAS-MARTINEZ, S., 1994. Clasificación bioclimática de la Tierra. *Folia Botanica Matritensis*, **11**.

RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1996. Clasificación bioclimática de la Tierra. *Folia Botanica Matritensis*, **16**, 1-33.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; LOIDI. J., 1999a. *Biogeography of the Iberian Peninsula.* En: Rivas-Martínez *et al.* Iter Ibericum A.D. MIM. (*Excursus geobotanicus per Hispaniam et Lusitaniam, ante XLII Symposium Societatis Internationalis Scientiae Vegetationis Bilbao mense Iulio celebrandum dicti Anni*). *Itinera Geobotanica*, **13**, 49-67.

RIVAS-MARTÍNEZ, S. & LOIDI, J., 1999b. *Bioclimatology of the Iberian Peninsula.* En: Rivas-Martínez *et al.* Iter Ibericum A.D. MIM. (*Excursus geobotanicus per Hispaniam et Lusitaniam, ante XLII Symposium Societatis Internationalis Scientiae Vegetationis Bilbao mense Iulio celebrandum dicti Anni*). *Itinera Geobotanica*, **13**, 41-47.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T. E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSÃ, M.; PENAS, A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical cheklist of 2001. *Itinera Geobotanica*, **15(2)**, 433-922.

WEBER, H. E.; MORAVEC, J.; THEURILLAT, J. P., 2000. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. *J. Veg. Science*, **11(5)**, 739-768.

VIVACIOUS PASTURES (*LYGEO-STIPETEA*) IN THE SIERRA DE GÁDOR RANGE

SUMMARY

The major part of the holm oak copses and preforest high size scrubs of the Sierra de Gádor range disappeared due to the anthropic activity carried out in a past time (specially lead mining). For this reason, nowadays the graminoid and vivacious pastures and scrubs (*Lygeo-Stipetea* class) are the most frequent and relevant vegetation communities. A synthetic revision has been achieved from data taken following the Zürich-Montpellier School methodology. Seven pastures associations have been differentiated. For each of them, a brief comment about ecology, floristic composition, dynamic and study area presence is presented.

Key words: Corology, phytosociology, Alpujarreño-Gadorense sector.

ALTERNATIVA GANADERA EN CULTIVOS ABANDONADOS DEL DISTRITO GUADICIANO-BAZTETANO (SE, ESPAÑA)

E. Cañadas[1], F. Valle[1] y F.B. Navarro[2]

[1] Dpto. Botánica. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. Campus Fuentenueva. 18071 Granada. E-mail: fvalle@ugr.es. [2] Dpto. Forestal. Centro de Investigación y Formación Agraria. Camino de Purchil s/n. 18071 Granada. E-mail: cifafore@teleline.es

Resumen

Se ha realizado un estudio de comunidades vegetales perennes invasoras de cultivos abandonados en el distrito biogeográfico Guadiciano-Baztetano (Granada, Andalucía, España). En función de las asociaciones identificadas, y en relación a las características ecológicas que las condicionan, se han establecido diversas tipologías de cultivos. Debido a la abundancia de especies forrajeras en las comunidades que aparecen en estos antiguos campos de cultivo, se propone la potenciación de estas especies para que el pastoreo constituya una alternativa económicamente rentable para esas tierras que han dejado de serlo.

Palabras clave: Fitosociología, alternativas de gestión, especies forrajeras, semiárido, desertificación.

Introducción

Cuando un suelo utilizado para el cultivo se abandona, este no se deja en las mismas condiciones que se encontraba antes de su roturación, se convierte en un suelo mucho más vulnerable a la erosión (Valle y Salazar, 1997). La consecuente pérdida de propiedades edáficas (Sánchez, 1995), condiciona que sea muy lenta la evolución natural de la vegetación hacia etapas maduras, especialmente en zonas con climas de tan bajas precipitaciones como en la que se ha realizado el estudio (<350 mm/año). A su vez la lenta regeneración de la vegetación natural hace que el suelo quede sin protección durante muchos años.

Hipótesis de trabajo

Partimos de la hipótesis de que en terrenos abandonados tras cultivo se produce una sucesión en la que el punto de partida son especies primocolonizadoras, apareciendo con una lenta progresión especies pertenecientes a etapas de mayor madurez dentro de la serie y que se encontrarían en zonas de vegetación natural o seminatural del entorno. En este trabajo pretendemos identificar que tipos de comunidades perennes colonizan las tierras de cultivo abandonadas en la Depresión de Baza, y analizar las características ecológicas bajo las que se desarrollan cada una de esas asociaciones. Así definiremos los tipos de cultivos abandonados presentes en este territorio, lo cual será de gran utilidad a la hora de evaluar y establecer opciones de gestión para estas tierras, en base a proponer alternativas más rentables económicamente y en consonancia con el respeto al medio ambiente. Nos centraremos en los tipos de cultivos para los que la ganadería puede ser esa opción económicamente rentable.

Hemos decidido realizar este trabajo en la Depresión de Baza por el elevado número de explotaciones agrícolas abandonadas que en ella podemos encontrar, así como por la gran incidencia socioeconómica y medioambiental que este hecho tiene en el territorio. En primer lugar destacar que se trata de una zona en la que la agricultura y la ganadería juegan un papel muy importante, aún hoy, en su economía. La escasez del empleo ha llevado al despoblamiento paulatino de estas comarcas, aunque en los últimos años el éxodo rural es menos acusado que en décadas pasadas.

Por otro lado, no hay que olvidar que el clima es el principal condicionante de la agricultura en el noreste de la provincia de Granada, especialmente por la escasez de las precipitaciones, así como por su irregularidad, que determinan que no siempre sea rentable la cosecha de secano, y son precisamente las tierras de labor de secano las que acaban abandonándose.

Otros aspectos como la geología o la edafología del territorio contribuyen, asimismo, a acentuar las dificultades a que se exponen muchas explotaciones agrícolas para ser rentables. La abundancia de suelos con alto contenido en sales repercute negativamente en la productividad de muchos cultivos también.

Pese a estas limitaciones en décadas anteriores se pusieron en cultivo extensas áreas, muchas de las cuales, como era de esperar, acabaron siendo abandonadas debido a su baja rentabilidad. Como ya hemos señalado, la eliminación de la vegetación natural y de los cuidados agrícolas aceleran bruscamente los procesos de erosión y desertificación, problemas ambientales muy graves en este territorio.

Ya que las zonas que ubican a este tipo de cultivos son extremadamente pobres en cuanto a vegetación y suelos, y que en la actualidad carecen de interés desde el punto de vista económico, suponen un problema acuciante, tanto en el aspecto ecológico como socioeconómico, que es inminente abordar.

Material y métodos

En primer lugar se ha recopilado información sobre el medio físico y la vegetación del territorio, (García y Martín, 2000; Peña, 1985; ICONA, 1990,1991; Romero, 1989; Montero de Burgos y González Rebollar, 1983; Rivas-Martínez, 1996; Rivas Martínez *et al.* 1997, 2002; Alcaraz, 1984; Navarro, 2001; Valle *et al.* 2001, 2002).

Tras este estudio se continúa con un proceso de fotointerpretación, a partir de las ortoimágenes digitales del SIG Oleícola Español correspondientes a la zona de estudio, identificando de esta forma en qué áreas se encuentran preferentemente las tierras de cultivo abandonadas.

Después de haber levantado numerosos inventarios fitosociológicos en el campo según la metodología de Braun-Blanquet (1979), se han analizado los resultados y confeccionado tablas con algunos de los inventarios más representativos. Son varios los motivos que nos han llevado al empleo mayoritario de especies leñosas en la realización de los inventarios: poseen mayores dimensiones y un sistema radical más potente, proporcionando mayor cobertura y son, por lo tanto, las que ofrecen mejores posibilidades de protección al suelo por la clara tendencia que muestran a sustituir a las herbáceas (Navarro, 2001, Debussche *et al.*, 1996; Sánchez, 1995). En último lugar señalar que son las leñosas las especies que caracterizan a las diferentes asociaciones muestreadas. Por otro lado cabe destacar que las especies leñosas constituyen una de las principales fuentes de alimentación en pastoreo extensivo dentro del sudeste semiárido español, debido a que los pastos herbáceos suelen ser escasos, fugaces y muy variables en estas zonas de escasas e irregulares lluvias, constituyendo en numerosas ocasiones la única reserva de alimento durante la larga época estival (Selva *et al.*, 2001).

Siguiendo este proceso se ha podido dilucidar el esquema sintaxonómico correspondiente a las comunidades primocolonizadoras que aparecen en cultivos abandonados, pudiendo así identificar

qué asociaciones invaden los cultivos tras el cese de la actividad agraria y determinar las condiciones ecológicas en las que se presentan.

Para determinar que zonas antaño cultivadas hoy son las más favorables para fomentar su uso ganadero se ha realizado una revisión de las especies forrajeras más interesantes del territorio (Correal *et al.*, 1986; Robles, 1990; Robles y Morales, 1992); comprobado en que clases de tierras de labor abandonadas aparecen y analizado en cuales de ellas sería más interesante potenciar el pastoreo.

Resultados y discusión

La zona de estudio está situada en el noreste de la provincia de Granada (Andalucía, España), concretamente el área de la gran depresión de Guadix-Baza ubicada en las comarcas administrativas de Baza y Huéscar y bajo dominio de la serie *Rhamno lycioidi-Querceto cocciferae S.* faciación con *Ephedra fragilis*. Por tanto prácticamente todo el límite de la zona viene marcado por el paso del ombrotipo semiárido al seco, esto es, de la serie previamente nombrada a la *Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoiae S.*

Biogeográficamente el territorio se sitúa en el distrito Guadiciano-Baztetano (Sector Guadiciano-Bacense, Provincia Bética). En cuanto a la bioclimatología, el termotipo presente es el mesomediterráneo y, como ya se ha comentado, el ombrotipo reinante es el semiárido.

Se ha podido comprobar que en el noreste granadino la mayor parte de las explotaciones que se abandonan corresponden a terrazas ubicadas en el fondo de cañadas, terrazas no muy extensas, en las que puede existir cierta hidromorfía temporal y un contenido en sales relativamente elevado, debido a la afluencia de las aguas de escorrentía de los relieves circundantes, margas con yesos frecuentemente. En estas zonas se reúnen varias circunstancias que suscitan el abandono de cultivos: importante xericidad condicionada tanto por el clima como por la naturaleza de los sustratos; elevada salinidad de los suelos, que en muchos casos además presentan hidromorfía; así como dificultades de acceso de la maquinaria agrícola a numerosas pequeñas explotaciones.

Además de estas causas que suelen llevar al cese de la actividad agraria en la Hoya de Baza, cabe comentar cuestiones sociales entre las que podemos destacar la escasez de mano de obra que trabaje el campo, o la dificultad para los pequeños propietarios de mantener sus explotaciones por la falta de estructura para tal fin (reducido número de cooperativas, insuficientes o mal diseñadas subvenciones, etc.); y, por último, destacar el programa de ayudas de la PAC que favorece el fin de la actividad agraria en numerosas explotaciones.

En la zona de estudio se han encontrado 6 asociaciones vegetales invasoras de cultivos abandonados. En la tabla 1 se nombran y describen las características ecológicas en las que se presentan, sus especies características y acompañantes, así como las comunidades a las que evolucionarían.

En un territorio con tan graves deficiencias socioeconómicas como el que nos ocupa, en el que se presentan tan importantes limitaciones para la actividad agraria y, demostrado que en buena parte de los casos acaban siendo abandonados, debido a su baja o nula rentabilidad, se hace necesario proponer alternativas para estas áreas.

Entre las opciones que planteamos para estas tierras podemos destacar el fomento de la ganadería. La ganadería en el noreste granadino es una actividad de enorme interés y constituye una importante fuente de ingresos, la oveja segureña es la especie ganadera que mayor importancia cobra en este territorio. La carga ganadera en determinados espacios puede llegar a ser superior a la que puedan soportar, por lo que convendría realizar una ordenación de esta actividad. En este sentido la opción sería favorecer la ganadería mediante la potenciación de plantas forrajeras (que ya se encuentran en las comunidades que colonizan, y hacia las que evolucionan estas tierras).

Así en todas las comunidades invasoras de cultivos abandonados identificadas en el territorio (indicados en la tabla 1) aparecen especies interesantes desde el punto de vista del pastoreo. Entre ellos hay que destacar los territorios ocupados por la asociación *Atriplicetum glauco-halimi*, donde son muy abundantes las especies del género *Atriplex*, consideradas por numerosos autores como buenas forrajeras (Correal *et al.*, 1986; El-Shtnawi *et al.*, 2002). También son interesantes para la utilización ganadera los antiguos cultivos hoy ocupados por la asociación *Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae* donde la presencia de distintas quenopodiáceas facilitan alimento al ganado en épocas de difícil disponibilidad ya que es en otoño cuando las especies de esta familia presentan brotes tiernos apetecibles para el ganado en esta estación.

Hay que resaltar por último la presencia en estas comunidades de otras especies buenas forrajeras (Robles, 1990; Robles y Morales, 1992) como: *Dactylis glomerata, Dorycnium pentaphyllum, Anthyllis cytisoides, Plantago albicans, Teucrium capitatum, Medicago sativa*, etc.

Habría que tratar de limitar el pastoreo en las zonas en las que se desarrollan las asociaciones: *Atriplici glaucae-Suaedetum verae* y *Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae*, ya que, aunque contienen especies forrajeras, constituyen espacios de importante valor ecológico. En ambos casos la naturaleza del sustrato determina que, especialmente en las comunidades a las que dan lugar (*Cistancho-Arthrocnemetum fruticosae* y *Jurineo-Gypsophiletum struthii*, respectivamente), aparezca una flora muy rica y rara. En estas áreas debería favorecerse la evolución de las comunidades invasoras hacia etapas maduras.

Tabla 1: Descripción de los tipos de comunidades identificadas.

Tipos de Comunidades	Características ecológicas	Especies Características	Especies acompañantes	Comunidades a las que evolucionan
A-Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae	suelos yesíferos enriquecidos en sales	*Frankenia thymifolia, Artemisia herba-alba Suaeda vera*	*Gypsophila struthium, Lepidium subulatum Helianthemun squamatum*	*Jurineo pinnatae-Gypsophiletum struthii*
***B-Salsolo vermiculatae -Artemisietum herbae* albae**	suelos con acúmulo de sales y nitrógeno	*Salsola vermiculata Artemisia herba-alba*	*Lygeum spartum Thymus zygis Stipa tenacissima*	*Dactylo hispanicae-Lygeetum spartii*
C-Atriplici glaucae-Suaedetum verae	suelos arcillosos salinos, con cierto grado de humedad y nitrificados	*Suaeda vera Atriplex glauca Suaeda pruinosa Artemisia herba-alba*	*Lygeum spartum Dactylis glomerata Limonium sp*	*Cistancho-Arthrocnemetum fruticosae*
D-Atriplicetum glauco-halimi	suelos arcillosos compactos, algo salinos y con ligera hidromorfía temporal	*Atriplex halimus Atriplex glauca Suaeda vera*	*Lygeum spartum Helianthemun squamatum*	*Dactylo hispanicae-Lygeetum spartii*
E-Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae	suelos arcillosos compactos sin hidromorfía	*Hammada articulata Atriplex glauca Artemisia herba-alba*	*Lygeum spartum , Dactylis glomerata*	*Thymo gracilis-Stipetum tenacissimae*
F-Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri	suelos no salinos y secos	*Artemisia barrelieri Helichrysum italicum subsp. serotinum Andryala ragusina*	*Retama sphaerocarpa Eryngium campestre Teucrium capitatum subsp. gracillimum.*	*Thymo gracilis-Stipetum tenacissimae*

Conclusiones

En la zona de estudio hemos encontrado 6 asociaciones vegetales invasoras de cultivos abandonados, cada una de las cuales corresponde a unas determinadas características ecológicas: *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri, Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae, Atriplicetum glauco-halimi, Atriplici glaucae-Suaedetum verae, Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae, Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae.*

Entre las principales causas que llevan al abandono de las tierras de labor en este territorio destacamos: difícil accesibilidad de la maquinaria a numerosas pequeñas explotaciones; elevada salinidad de los suelos; importante xericidad; cuestiones sociales y los programas de subvenciones de la PAC.

Entre las opciones que proponemos para rentabilizar económicamente estas áreas podemos destacar la potenciación de plantas forrajeras para fomentar la ganadería, especialmente en las tierras en las que las comunidades invasoras son: *Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae* y *Atriplicetum glauco-halimi;* por la abundancia de especies de interés forrajero que presentan.

Referencias bibliográficas

ALCARAZ, F. J., 1984. *Flora y vegetación del NE de Murcia.* Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Murcia. Murcia. 406 pp.

BRAUN-BLANQUET, J., 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales.* Ed. Blume. Barcelona. 820 pp.

CORREAL , E.; SÁNCHEZ, P.; ROBLEDO, A.; RÍOS, S. Y PÉREZ, F., 1986. Valor nutritivo de cuatro arbustos forrajeros del género *Atriplex* (*A. nummularia, A. cynerea, A. undulata* y *A. lampa*). *Pastos,* **16** (1-2), 177-189.

DEBUSSCHE, M.; ESCARRÉ, J.; LEPART, J.; HOUSSARD, C.; Y LAVOREL, S., 1996. Changes in Mediterranean plant succession: old-fields revisited. *J. Vege. Sci.,* **7**, 519-526.

EL-SHATNAWI, M. K. J. Y TURKU, M., 2002. Dry matter accumulation and chemical content of saltbush (*Atriplex halimus*) grown in Mediterranean desert shrublands. *New Zeland Journal of Agricultural Research.*, Vol. **45**, 139-144.

GARCÍA & MARTÍN, J. M. 2000. Late Neogene to recente continental history and evolution of the Guadix-Baza basin (SE Spain). *Rev. Soc. Geol. España,* **13 (1)**, 65-77.

ICONA, 1990, 1991. Proyecto LUCDEME. Memoria y mapas de suelos a escala 1:100.000. Hojas 994, 951, 973. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

MONTERO DE BURGOS, J. L. Y GONZÁLEZ REBOLLAR, J. L., 1983. *Diagramas bioclimáticos.* ICONA. Madrid. 379 pp.

NAVARRO, F. B., 2001. *Estudio de la evolución de la vegetación bajo distintos tratamientos del suelo en la forestación de tierras agrarias.* Tesis doctoral.Universidad de Granada.507 pp.

PEÑA, J. A., 1985. La depresión de Guadix-Baza. *Estudios geol.,* **41**, 33-46.

RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1996. Clasificación bioclimática de la Tierra. *Folia Bot. Matritensis,* **16**, 1-20.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; ASENSI, A.; DÍEZ, B. MOLERO, J. Y VALLE, F., 1997. Biogeographical synthesis of Andalusia (southern Spain). *Journal of Biogeography,* **24**, 915-928.

RIVAS-MARTINEZ, S.; DÍAZ, T.E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI., J.; LOUSA, M. Y PENAS, A. 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobot.*, **15 (1)**, 5-432.

ROBLES, A. B. 1990. *Evaluación de la oferta forrajera y capacidad sustentadora de un agrosistema semiárido del sureste ibérico.* Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

ROBLES, A. B. Y MORALES, C., 1992. Flora forrajera autóctona del sureste Español I. Catalogación en un área piloto de Almería. *Pastos,* **22 (1)**, 37-51.

ROMERO DÍAZ, M. A. 1989. Las cuencas de los ríos Castril y Guardal (Cabecera del Guadalquivir). Estudio Geomorfológico. Exmo. Ayuntamiento de Huéscar (Granada) y Universidad de Granada. 285 pp.

SÁNCHEZ, M. D., 1995. *La reconstrucción natural de la vegetación leñosa en zonas agrícolas abandonadas.* Instituto de Estudios Albacetenses, Diputación de Albacete. 207 pp.

SELVA, M; JORDÁN, E. Y LÓPEZ DONATE, J. A., 2001. *Valoración nutritiva de arbustos forrajeros presentes en sistemas silvopasotrales del sureste peninsular.* Actas de la XLI Reunión Científica de la SEEP, 659-665. Alicante.

VALLE, F. Y SALAZAR, F. 1997. Vegetation restoration patterns in desertified areas of southeastern iberian peninsula. *Lagascalia,* **19 (1-2)**, 777-782.

VALLE, F. (cord.) 2001. *Elaboración de nuevos modelos de Restauración Forestal.* (ined.).

VALLE, F. (ed.) 2002. *Mapa de Series de Vegetación de Andalucía.* Ed. Rueda. Madrid.

ALTERNATIVE OF LIVESTOCK IN GUADICIANO-BAZTETANO´S OLD FIELDS (SE SPAIN)

SUMMARY

A study on the perennial plant communities that colonize old fields in the Guadiciano-Baztetano biogeographical district (Andalusia, Spain), has been realized. Several types of field have been established in relation to the different associations recognized and to the different ecological characteristics that appear. We propose to promote the livestock in order that can constitute an profitable alternative for these lands which have stopped being, because of the abundance of fodder species in the communities that take place on these abandoned field.

Key words: Phytosociology, fodder species, semiarid, desertification, alternative of management.

PASTIZALES TEROFÍTICOS HALÓFILOS DE LAS EXPLOTACIONES SALINERAS DEL ALTO GUADALQUIVIR: CARACTERIZACIÓN FITOSOCIOLÓGICA Y CONSERVACIÓN

C. Salazar[1], A. García Fuentes[1], F. Ortega[2] y F. Guerrero[2]

[1] Área de Botánica. [2] Área de Ecología. Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas s/n. 23071 Jaén (España).

Resumen

En el presente trabajo se muestran los primeros resultados obtenidos del estudio de la vegetación halófila y halotolerante que se desarrolla en las explotaciones de sal de manantial en el Alto Guadalquivir. En los muestreos realizados en 50 salinas de las provincias de Jaén y Córdoba se han detectado 22 fitocenosis entre las que se encuentran cuatro tipos de pastizal terofítico. Se analiza la frecuencia con la que estas comunidades aparecen en las salinas, y la localización de éstas en el espacio de la explotación. Asimismo, se discuten aspectos conservacionistas en relación con el abandono y la destrucción progresiva de esta práctica tradicional, destacando el valor ecológico, fitocenótico y florístico de estos pastos.

Palabras clave: salinas, zonas húmedas, Fitosociología, *Saginetea maritimae*.

Introducción

Las explotaciones de sal de interior se realizan a partir de aguas de arroyos, manantiales y pozos con alto contenido en cloruros. Este tipo de actividad económica tradicional ha sido una práctica bastante extendida en el Alto Guadalquivir, en las provincias políticas de Jaén y Córdoba, donde abundan los materiales sedimentarios salinos. Sin embargo, actualmente esta explotación se halla en declive debido, entre otras causas, a su escasa capacidad de competencia frente a la producción de sal marina yodada. Estos hechos han provocado el abandono progresivo de decenas de salinas en las últimas décadas (algunas de carácter histórico, datadas desde la Edad Media) permaneciendo en activo pocas de ellas.

En este trabajo se pretende mostrar una caracterización fitosociológica de la vegetación halófila de las salinas de interior, prestando una especial atención a los pastizales halófilos más frecuentes en el área de estudio, señalando su localización en la salina y aspectos relativos a su conservación.

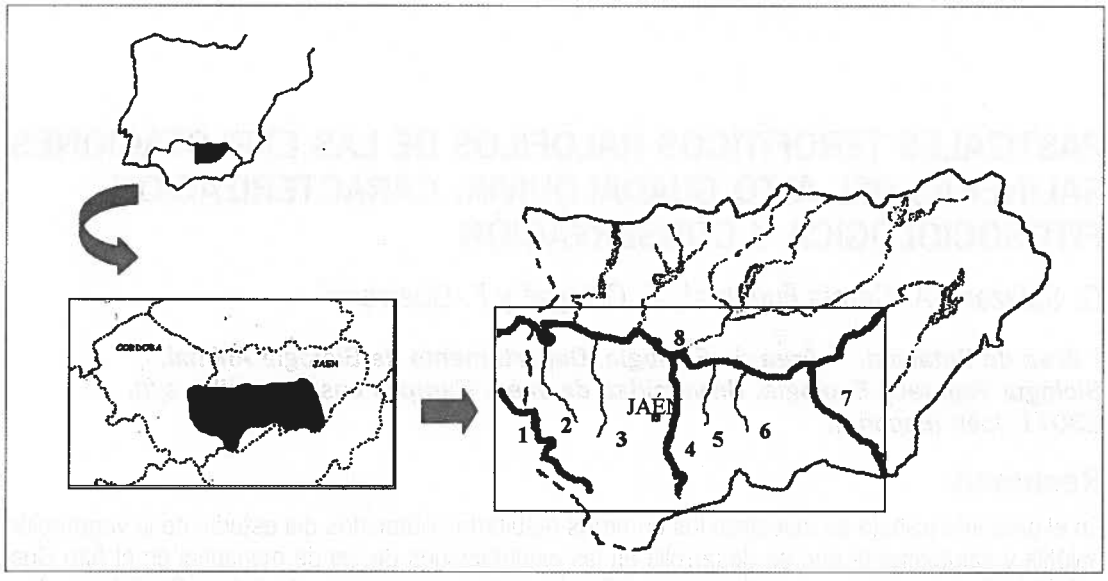
Material y métodos

Área de estudio

El territorio estudiado forma parte del alto valle del Guadalquivir, situado en el sudeste de la península Ibérica en las provincias políticas de Jaén y Córdoba (Figura 1). Más concretamente, se corresponde con las comarcas giennenses de la Campiña Norte y Campiña Sur y sus prolongaciones en la provincia de Córdoba, y en menor medida con las de La Loma, Mágina, Sierra Sur y Sierra de Cazorla. Desde el punto de vista hidrográfico, este territorio pertenece a la cuenca del

río Guadalquivir, con importantes subcuencas como las del Guadiana Menor, Guadajoz y Guadalbullón, en cuyos arroyos y depresiones semiendorreicas se sitúan las explotaciones de sal.

Figura 1: Localización del área de estudio. 1: Río Guadajoz, 2: Arroyo Salado de Porcuna, 3: Arroyo Salado de Arjona, 4: Río Guadalbullón, 5: Arroyo Salado de Torrequebradilla, 6: Río Torres, 7: Río Guadiana Menor, 8: Río Guadalquivir.



Los materiales geológicos predominantes son de carácter sedimentario básicos (calizas, arcillas, margas y margocalizas) tanto del Terciario como del Cuaternario, destacando la franja de materiales yesíferos triásicos (Trías del Keuper) que recorre gran parte del territorio meridional y a la que se asocian la mayoría de las salinas. Desde el punto de vista bioclimático, existe un macrobioclima mediterráneo de tipo pluviestacional oceánico (Rivas-Martínez y Loidi, 1999), caracterizado por un termotipo mesomediterráneo inferior y un ombrotipo que oscila entre el subhúmedo y el seco inferior en la zona más oriental (depresión del Guadiana Menor). Biogeográficamente, el área de estudio pertenece a tres sectores de la provincia Bética según Rivas-Martínez *et al.* (1997), al Hispalense de forma mayoritaria (concretamente el distrito Hispalense) y de forma más marginal a los sectores Subbético (distrito Subbético-Maginenese) y Guadiciano-Bacense (distrito Guadiciano-Bastetano).

Estudio de la flora y la vegetación

Se han seleccionado un total de 50 salinas repartidas por el territorio de estudio, las cuales se han visitado durante el año 2002, realizando un muestreo de la vegetación presente en cada una de ellas y anotando en qué lugar de la salina se desarrollan: cristalizadores (C), divisoria entre cristalizadores (D), arroyo (A) y aledaños de la explotación (a); así como su presencia (n) y porcentaje de presencia (%). De este modo se ha obtenido el total de fitocenosis halófilas presentes en el área de estudio, seleccionando posteriormente los pastizales terofíticos halófilos para su inventariación y estudio fitosociológico, al tratarse de la vegetación con mayor presencia en las salinas.

El estudio de la vegetación se ha basado en el método fitosociológico de la escuela de Zurich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1979; Géhu y Rivas-Martínez, 1981). En cuanto a la nomenclatura de las distintas fitocenosis comentadas se sigue el encuadre sintaxonómico y autorías según Rivas-Martínez *et al.* (2001).

Resultados y discusión

La vegetación que se desarrolla en los arroyos salados del Alto Guadalquivir corresponde a fundamentalmente a la geoserie edafohigrófila halófila hispalense encabezada por tarayales de *Tamarix canariensis* Willd. (Salazar *et al.*, 2001). Por extensión, algunas comunidades herbáceas y fruticosas de esta geoserie se desarrollan en las cubetas de las explotaciones salineras objeto de este estudio.

En la Tabla 1 se puede apreciar la localización de estas comunidades vegetales en las explotaciones salineras y el porcentaje de salinas (sobre un total de 50) en las que aparece cada una de las formaciones vegetales consideradas, ya sean halófilas o halotolerantes. Como se puede observar, los pastizales terofíticos son las comunidades vegetales con mayor presencia en las propias salinas, colonizando los cristalizadores y sus divisorias, aunque sean las que menor cobertura y biomasa poseen. Además, en las instalaciones (especialmente cuando éstas se hallan abandonadas durante largo tiempo) también son frecuentes los albardinales con *Limonium quesadense* y las formaciones de macroterófitos suculentos (*Atriplex chenopodioides, Salsola soda*, etc.). Por otra parte, en los aledaños de las salinas predominan los albardinales, mientras que en los arroyos abundan espadañales y tarayales halófilos, en la mayoría de los casos en mal estado de conservación o en recuperación.

Tabla 1: Fitocenosis halotolerantes y halófilas presentes en el área de estudio. Localización en la explotación (L), porcentaje (%) de salinas en las que aparecen (n=50).

ASOCIACIÓN / COMUNIDAD	L	%
VEGETACIÓN HIDROFÍTICA		
Ruppietum maritimae	A	4
VEGETACIÓN HELOFÍTICA		
Helosciadietum nodiflori	A	4
Scirpetum maritimi	A	4
Typho-Schoenoplectetum glauci	A	50
Com. Carex divisa	a	2
VEGETACIÓN ANFIBIA		
Xanthio-Polygonetum persicariae	A	2
Com. Juncus bufonius	a	8
VEGETACIÓN VIVAZ HIGRÓFILA		
Heliotropio-Paspaletum paspalodis	A	4
Holoschoeno-Juncetum acuti	A	4
Holoschoenetum vulgaris	a	6
Cirsio-Juncetum inflexi	a	2
VEGETACIÓN PREFORESTAL		
Elymo repentis-Tamaricetum canariensis García Fuentes y Cano ined.	A	64
VEGETACIÓN VIVAZ HALÓFILA		
Aeluropo-Juncetum subulati	A	32
Com. Juncus maritimus	A	14
Limonio quesadensis-Lygeetum sparti	a, D, C	44
VEGETACIÓN TEROFÍTICA HALÓFILA SUCULENTA		
Suaedo splendentis-Salicornietum patulae	A	18
Suaedo splendentis-Salsoletum sodae	A, a	18
Salsolo sodae-Atriplicetum chenopodioidis	A, a, D	30
VEGETACIÓN TEROFÍTICA HALÓFILA		
Parapholido-Frankenietum pulverulentae spergularietosum tangerinae	D, C	60
Com. Spergularia marina	C, D	36
Polypogono maritimi-Hordeetum marini	D, A	66
Com. Sphenopus divaricatus	D	4

Entre los pastizales halófilos destacan cuatro formaciones principalmente, que a continuación se describen:

Parapholido incurvae-Frankenietum pulverulentae Rivas-Martínez *ex* Castroviejo y Porta 1976 ***spergularietosum tangerinae*** García-Fuentes y Cano1994.

Pastizal efímero de fenología primaveral con carácter ligeramente nitrófilo desarrollado en bordes de arroyos salados y llanos en los que se acumula agua temporalmente, recibiendo un aporte de sales por escorrentía. Predomina *Frankenia pulverulenta* L. junto a *Parapholis incurva* C.E. Hubbard, y en menor medida *Spergularia marina* (L.) Besser o *Polypogon maritimus* Willd. La asociación fue descrita en territorios manchegos, extendiéndose hasta el valle del Guadalquivir donde aparecen especies diferenciales como *Spergularia tangerina* P. Monnier (endemismo del mediterráneo occidental que aparece puntualmente en el suroeste peninsular) y *Melilotus siculus* (Turra) B.D. Jacks (elemento mediterráneo puntual en el este y sur peninsular) que caracterizan esta subasociación otorgándole carácter biogeográfico (García-Fuentes *et al.*, 1994).

Comunidad de *Spergularia marina*

Esta comunidad monoespecífica es mucho más abundante en el territorio que la anteriormente citada, aunque pudiera considerarse una variante más higrófila de la misma. El pastizal posee una mayor biomasa y durabillidad, ya que no es raro que *Spergularia marina* pueda prolongar su vida hasta pasada la época estival, y además comienza a desarrollarse antes que *Frankenia pulverulenta*. Necesita, no obstante, un mayor aporte hídrico que la subasociación anteriormente descrita.

Polypogono maritimi-Hordeetum marini Cirujano 1981

Se trata de un pastizal terofítico graminoide de elevada densidad y mayor talla que las fitocenosis anteriores, a las que generalmente orla, apareciendo en una posición más seca y tolerando un mayor grado de nitrificación por afluencia de ganado. Esta asociación dominada por *Polypogon maritimus* y *Hordeum marinum* Hudson.

Comunidad de *Sphenopus divaricatus*

Formación monoespecífica que puede considerarse una variante de la anterior asociación, en la que domina *Sphenopus divaricatus* (Gouan) Reichemb., ofreciendo un aspecto mucho menos denso y manifiesto que aquella. Esta gramínea es más grácil y propia de situaciones más secas, teniendo por tanto una vida más efímera; asimismo, es una comunidad difícil de encontrar en los territorios hispalenses, que se hace más abundante en el distrito Guadiciano-Bastetano (Salazar *et al.*, 2002).

Todos estos pastizales, pese a su escasa biomasa y apariencia, constituyen uno de los tipos de vegetación más genuinos de la región Mediterránea, razón por la cual dos de ellas (*Polypogono-Hordeetum* y *Parapholido-Frankenietum*) se hallan incluidas en la Directiva 92/43 de Habitats de la Unión Europea bajo el epígrafe de "hábitats costeros y halófilos". Respecto a las otras dos comunidades, es necesario realizar estudios más profundos que esclarezcan si se trata de sintáxones distintos o simples variantes de las anteriores.

Asimismo, estos pastizales contienen especies poco abundantes a un nivel local en el territorio andaluz como *Hordeum marinum, Melilotus siculus, Parapholis incurva, Spergularia tangerina* y *Sphenopus divaricatus*. Aunque en muchos casos se trate de taxones de amplia distribución en el área mediterránea (excepto *S. tangerina* que es un endemismo mediterráneo-occidental), tan sólo pueden prosperar en puntos muy concretos que actualmente se encuentran amenazados de desaparición por actividades como la desecación de los humedales, en clara relación con el avance de la agricultura.

Conclusiones

La presencia de pastizales terofíticos halófilos es la tónica general en las explotaciones salineras del Alto Guadalquivir (cristalizadores y divisorias), mientras que otras formaciones de mayor desarrollo pueden estar ausentes. Se deduce, por tanto, que son las fitocenosis mejor adaptadas a

estas situaciones, ya que son las que tienen menores exigencias hídricas y soportan mayores valores de salinidad y conductividad en el suelo (García-Fuentes *et al.*, 1996). Por otra parte, se caracterizan por una cierta nitrofilia tolerando la presencia del hombre y el ganado, y lo que es más importante: soportan los disturbios anuales que se repiten cada verano con la extracción de la sal y la limpieza de las salinas.

Se han identificado cuatro tipos de pastizales: una asociación (*Polypogono-Hordeetum marini*), una subasociación (*Parapholido-Frankenietum pulverulentae spergularietosum tangerinae*) y dos comunidades (com. *Spergularia marina* y com. *Sphenopus divaricatus*). Estas dos últimas necesitan de estudios ecológicos, fenomorfológicos y fitosociológicos más profundos que esclarezcan sus estatus sintaxonómicos, relaciones catenales y fenológicas.

Estos pastizales constituyen una vegetación escasa y de gran valor ecológico, fitocenótico y florístico que se halla amenazada por la destrucción de las salinas debido a su abandono a causa de motivos económico-sociales. Este abandono se agrava cuando el avance descontrolado del cultivo de olivar ocupa el espacio de las explotaciones que quedan así soterradas o destruídas, o bien favorece el aporte de materiales procedentes de la erosión, destruyendo el hábitat de estas fitocenosis.

Entre las medidas que contribuirían al mantenimiento y conservación de estos pastizales se encuentran aquellas que mejoren su entorno, principalmente la prevención de la erosión mediante restauración de la cubierta vegetal y los cambios en el manejo del suelo en los olivares. También sería de gran ayuda que se hiciera cumplir la legislación vigente en materia de aguas (respetando la zona de policía de los cursos fluviales), la inventariación de estas explotaciones como zonas húmedas de origen artificial, y la correcta aplicación de la Directiva de Hábitats que recoge estas fitocenosis halófilas. Por último, es de gran importancia la educación medioambiental y la reivindicación de un valioso patrimonio cultural ligado a la ancestral práctica de la explotación de la sal.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto REN2001-3441-C02-01 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Referencias bibliográficas

BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ed. Blume. 820 pp. Madrid.

GARCÍA-FUENTES, A.; CANO, E.; SÁNCHEZ-PASCUAL, N.; VALLE, F. 1994. Vegetación halófila del subsector Hispalense. *Anais Inst. Sup. Agronomia*, **44(2)**: 623-636.

GARCÍA-FUENTES, A.; NIETO, J.; TORRES, J.A.; CANO, E. 1996. Estudio de la vegetación de Laguna Honda (Jaén, España). *Actas do I Colóquio Internacional de Ecologia da Vegetaçao*: 341-352. Universidade de Évora. 439 pp.

GÉHU, J.M.; RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1981. Notions fondamentales de Phytosociologie. En: *Berichte der Symposien der IVVS (Syntaxonomie)*, 5-33. Cramer. Vaduz.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; ASENSI, A.; DIEZ-GARRETAS, B.; MOLERO-MESA, J.; VALLE, F. 1997. Biogeographical synthesis of Andalusia (southern Spain). *Journal of Biogeography*, **24**: 915-928.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; LOIDI, J. 1999. Bioclimatology of the Iberian Peninsula. *Itinera Geobot.*, **13**: 41-47.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J.; LOUSÃ, M.; PENAS, A. 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobot.*, **14**: 5-341.

SALAZAR, C.; TORRES, J.A.; NAVARRO-REYES, F.B.; VALLE, F. 2001. Comunidades riparias en Andalucía: Composición, Estructura y Evolución. *Actas del III Congreso Forestal Español*. Tomo I: 208-215. Granada. 588 pp.

SALAZAR, C.; TORRES, J.A.; MARCHAL, F.M.; CANO, E. 2002. La vegetación edafohigrófila del distrito Guadiciano-Bastetano (Granada-Jaén. S. España). *Lazaroa*, **23:** 45-64.

THEROPHYTIC HALOPHILOUS PASTURES IN SALT EXPLOITATIONS OF HIGH GUADALQUIVIR VALLEY: PHYTOSOCIOLOGICAL CHARACTERISATION AND CONSERVATION

SUMMARY

In this paper we show the first results of a study on the halophilous and halotolerant vegetation in inland salt exploitations of high Guadalquivir river valley. Samples were taken in 50 saltworks of Jaén and Córdoba provinces, and 22 different phytocoenoses have been identified, including four therophytic pastures. The appearence frequency and location of these communities in the saltworks are analysed. Furthermore, conservationist matters related to the current abandonment and destruction of this traditional activity are discussed, pointing out the ecological, phytocoenotical and floristic values of the pastures.

Key words: saltworks, wetlands, Phytosociology, *Saginetea maritimae*.

CLAVE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PASTIZALES EN EL DISTRITO MARIANENSE (SIERRA MORENA, SUR DE ESPAÑA)

E. Cano, A. García Fuentes, J.A. Torres, C. Salazar, M. Melendo, L. Ruiz y A. Cano

Dpto. Biología Animal, B. Vegetal y Ecología. Área de Botánica. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Jaén. 23071-Jaén. (España). E-mail: fitosoc@ujaen.es.

Resumen

Se presenta una clave dicotómica para facilitar el trabajo de campo de los diferentes profesionales dedicados al estudio de las fitocenosis pascícolas, hasta el nivel de alianza fitosociológica. Esta clave es válida para todo el distrito Marianense ubicado en las sierras del norte de las provincias políticas de Jaén, Córdoba, Sevilla y también en Ciudad Real y centro-sur de Badajoz. Se muestra también una tabla con los parámetros utilizados en las claves y en ella se hace una ligera diagnosis de algunos de los sintaxones, así mismo se pone de manifiesto el interés pascícola de algunos sintaxones y su relación con un determinado tipo de ganado.

Palabras clave: Clasificación, Fitosociología, pastizales, Sintaxonomía, suelos oligótrofos.

Introducción

Las claves dicotómicas o de doble entrada son herramientas útiles para realizar una identificación correcta de taxones de cualquier índole. En el caso de la Pascología existen ya precedentes sobre la utilidad de estas claves a la hora de estudiar e identificar fitocenosis pascícolas naturales (San Miguel, 2001; Gómez García *et al.*, 2002), máxime si el territorio de estudio es complejo desde el punto de vista de la biodiversidad florística y fitocenótica. Tal es el caso del distrito Marianense, territorio con una tradición ancestral de pastoreo extensivo, fundamentalmente de ovino, vacuno, porcino y algo de caprino; sin olvidarnos de aquellas fincas con uso cinegético, sobre todo de ciervo y jabalí. El paisaje dominante es la dehesa, donde el bosque climácico de encinas (*Pyro-Quercetum rotundifoliae*) y alcornoques (*Sanguisorbo-Quercetum suberis*) y sus diferentes matorrales de sustitución han sido eliminados para instaurar pastizales de dehesa, prados que han ido derivando con su manejo hacia otras formaciones herbáceas que también son aprovechadas por el ganado.

El objetivo principal de este trabajo es realizar y presentar una clave dicotómica, de fácil y eficaz utilización para cualquier profesional o estudioso de los principales grupos de pastos de los territorios marianenses (hasta el nivel de alianza fitosociológica).

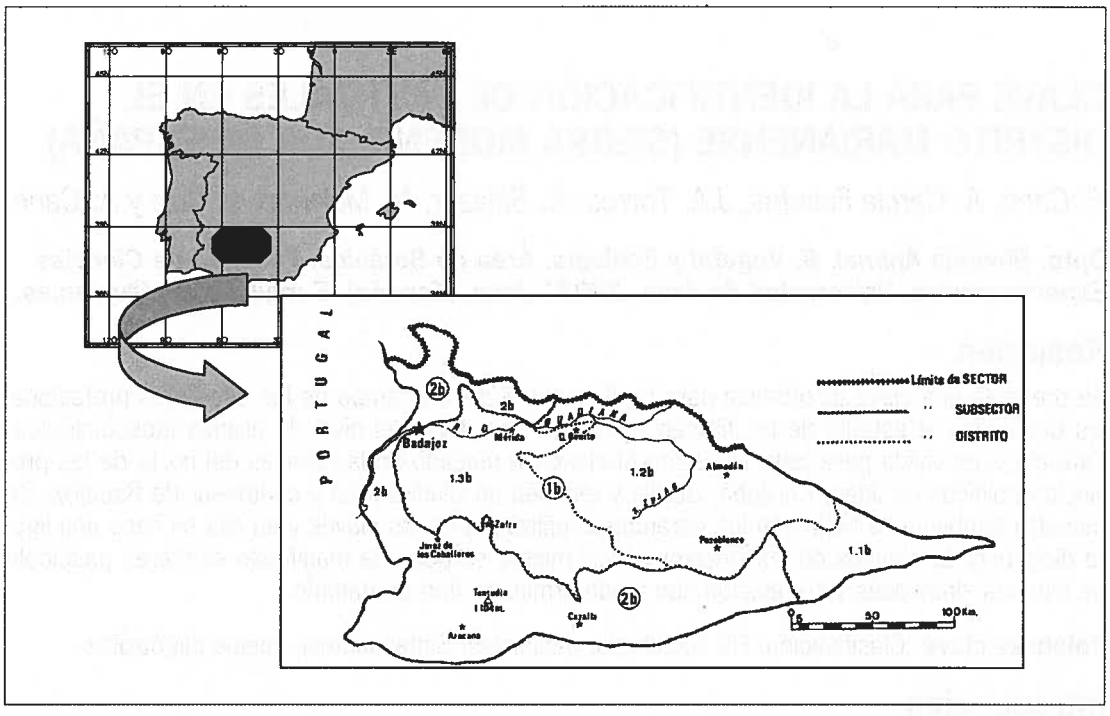
Material y métodos

Territorio de estudio

Sierra Morena es una unidad geológica que data del paleozoico (Macizo Hespérico), y que presenta como sustratos dominantes: pizarras, granitos, cuarcitas y puntualmente sustratos calcáreos. Las mayores altitudes de esta cordillera se presentan en Sierra Morena Oriental (Sierra Estrella, S. Madrona y S. de Quintana), pudiendo llegar a los 1300 m de altitud. (Figura 1). Este amplio terri-

torio limitado al sur por el valle del Guadalquivir y al norte por el del Guadiana pertenece desde el punto de vista biogeográfico al sector Mariánico-Monchiquense, subprovincia Luso-Extremadurense y provincia Mediterránea Ibérica Occidental (Rivas-Martínez *et al.*, 2002).

Figura 1: Localización del territorio de estudio. Leyenda: 1b: distrito Marianense. 1.1b Mariánico oriental. 1.2b Serena-Pedroches. 1.3b Tierra de Barros. 2b: distrito Araceno-Pacense. (Apartado de Ladero, 1987).



Elaboración de las claves

Nuestros propios inventarios, junto con los datos obtenidos de obras generales como las de Rivas-Goday (1964), San Miguel (2001) y tesis doctorales de nuestro equipo investigador (Cano, 1988; Sánchez-Pascual, 1994; Melendo, 1998) nos han servido de base para identificar los sintaxones pascícolas del territorio de estudio.

Se ha utilizado en todo momento la metodología fitosociológica para los levantamientos de inventarios de campo (Braun-Blanquet, 1979), identificándose con posterioridad los taxones y procediendo a la inclusión sintaxonómica de cada uno de ellos. Para el encuadre sintaxonómico se han seguido las obras de Rivas-Martínez *et al.* (2001, 2002). Para la nomenclatura de los taxones se han tenido en cuenta las siguientes obras: *Claves de Flora ibérica I* (Castroviejo *et al.* (eds.), 2001), *Flora ibérica* (Paiva *et al.* (eds.), 2001) y *Flora de Andalucía Occidental* (Valdés *et al.*,1987).

En la clave sólo se representa el nivel de alianza, por ser una unidad de fácil manejo y de mínima complejidad de comprensión (Gómez-García *et al.*, 2002). Para ampliar información sobre los diferentes niveles sintaxonómicos a los que pertenecen las alianzas mencionadas, así como, para conocer las diferentes asociaciones fitosociológicas que engloban, remitimos a las obras de Rivas-Martínez *et al.* (2001, 2002) y San Miguel (2001). Igualmente, en la clave se han descartado los pastos correspondientes a matorrales y formaciones forestales climácicas por su menor valor pascícola, menor palatabilidad y también para reducir complejidad en la clave.

En cuanto a los parámetros utilizados para realizar la clave, nos hemos basado principalmente en los expuestos en la Tabla 1.

Resultados

Clave dicotómica:

- Pastizales anuales (fitocenosis con una altura media de la comunidad no superior a 15 cm, compuestas por terófitos en su mayoría, aparecen en primavera y tienen una vida corta, de no más de un mes) o fitocenosis que forman los pastos de dehesa **1**

- Pastizales de majadales, o pastizales viarios y ruderales con cierto grado de nitrificación, o los asociados a cultivos agrícolas, o pastizales vivaces, o pastizales con abundancia de monocotiledóneas pertenecientes a los géneros *Agrostis, Paspalum, Cynodon, Juncus, Scirpus* o *Cyperus* y éstos han sufrido una hidromorfía, al menos temporal **6**

1. Pastizales anuales donde existe un alto porcentaje de terófitos de talla no superior a 15 cm **2**

1. Pastos de dehesa que forman prados permanentes, de alta cobertura, donde preside la especie *Poa bulbosa* junto con otras especies de Leguminosas **5**

2. Pastizales anuales desarrollados sobre arenales, con una cobertura de la comunidad inferior al 50 %, de escasa biomasa y con presencia de especies del género *Malcolmia* ..... ***Corynephoro-Malcolmion patulae***

2. Pastizales anuales no sabulícolas **3**

3. Pastizales anuales desarrollados sobre suelos con reacción ácida, sobre litosoles **4**

3. Pastizales anuales, no nitrófilos, desarrollados sobre isleos calcáreos, con presencia abundante de *Brachypodium distachyon* ..... ***Trachynion distachyae***

4. Pastizales anuales de fenología primaveral temprana, desarrollados sobre suelos de reacción ácida, con alta presencia de Gramíneas y Compuestas ..... ***Helianthemion guttati***

4. Pastizales anuales desarrollados sobre suelos esqueléticos, silíceos con alta presencia de Crasuláceas ..... ***Sedion pedicellato-andegavensis***

5. Pastos de dehesa, fundamentalmente pastoreados por ganado ovino, desarrollados sobre suelos oligótrofos, con presencia de *Trifolium subterraneum* ..... ***Trifolio subterranei-Periballion***

5. Pastos de dehesa, con pastoreo fundamentalmente de ganado ovino, desarrollados sobre suelos eutróficos, con presencia de especies del género *Astragalus* ..... ***Poo bulbosae-Astragalion sesamei***

6. Pastizales de majadales, o pastizales viarios y ruderales con mayor o menor grado de nitrificación o los asociados a cultivos agrícolas **7**

6. Pastizales vivaces, o pastizales con abundancia de monocotiledóneas pertenecientes a los géneros *Agrostis, Paspalum, Cynodon, Juncus, Scirpus* o *Cyperus* y éstos han sufrido una hidromorfía, al menos temporal **16**

7. Pastizales de fenología temprana que se desarrollan sobre sustratos pobres en bases, siendo frecuentes especies de los géneros *Mibora, Arabidopsis* y/o *Spergula* ..... ***Scleranthion annui***

7. Pastizales sin las características anteriores **8**

8. Pastizales arvenses que aparecen en cultivos cerealistas y con fenología hiemo-vernal ..... ***Roemerion hybridae***

8. Pastizales arvenses de cultivos no cerealistas, o comunidades viarias y ruderales con mayor o menor grado de nitrificación o pastizales de majadales **9**

9. Pastizales arvenses de cultivos no cerealistas **10**

9. Pastizales viarios y ruderales subnitrófilos o pastizales de majadales **12**

10. Pastizales de fenología invernal o primaveral temprana, con alta presencia de especies de los géneros *Diplotaxis* y *Eruca* ..... ***Fumarion wirtgenii-agrariae***

10. Pastizales de fenología estivo-autumnal o invernal **11**

11. Pastizales arvenses de secano y con fenología estivo-autumnal, con presencia de especies del género *Heliotropium* ..... ***Diplotaxion erucoidis***

11. Pastizales arvenses de regadío y con fenología estivo-autumnal, con presencia de especies pertenecientes a los géneros *Echinochloa, Setaria* y/o *Digitaria* ..... ***Polygono-Chenopodion***

12. Pastizales viarios y ruderales subnitrófilos **13**

12. Pastizales de majadales **15**

13. Pastizales viarios y ruderales, de fenología primaveral, con alta presencia de *Hordeum leporinum* ..... ***Hordeion leporini***

13. Pastizales viarios con nula o escasa presencia de *Hordeum leporinum* **14**

14. Pastizales subnitrófilos, presididos por gramíneas donde abundan las especies de los géneros *Taeniatherum* y *Aegilops* ..... ***Taeniathero-Aegilopion***

14. Pastizales subnitrófilos, de suelos removidos y oligótrofos, con presencia de Crucíferas del género *Brassica* ..... ***Alysso-Brassicion barrelieri***

15. Pastizales de majadales, localizados en los reposaderos del ganado, con alta presencia de especies del género *Malva* ..... ***Chenopodion muralis***

15. Pastizales de majadales, con un grado medio de nitrificación, con alta presencia de Compuestas (cardos espinosos de porte medio) ..... ***Echio-Galactition tomentosae***

16. Pastizales con abundancia de monocotiledóneas pertenecientes a los géneros *Agrostis, Paspalum, Cynodon, Juncus, Scirpus* o *Cyperus* y éstos han sufrido una hidromorfía, al menos temporal **17**

16. Pastizales vivaces presididos por gramíneas del género *Stipa* o *Festuca* **22**

17. Prados de juncales higrófilos sobre suelos muy húmedos con horizonte superior del suelo húmedo en verano (gleyforme), ricas en especies del género *Juncus* ..... ***Juncion acutiflori***

17. Prados de juncales y prados de gramíneas sobre suelos no gleyformes y cuyo horizonte superior del suelo se deseca en verano **18**

18. Prados de juncales sobre suelos no gleyformes **19**

18. Prados de gramíneas sobre suelos endorreicos que se suelen desecar en verano, o prados que forman céspedes y que se pueden mantener siempre verdes a pesar de la desecación estival **20**

19. Prados de juncales ricos en *Scirpus holoschoenus* junto con diferentes especies de leguminosas ..... ***Molinio-Holoschoenion***

19. Prados de juncales ricos en *Juncus inflexus* junto con diferentes especies del género *Mentha* ..... ***Mentho-Juncion inflexi***

20. Prados presididos por gramíneas vivaces de alto porte (*Agrostis castellana*) sobre suelos endorreicos, que se desecan en verano ..... ***Agrostion castellanae***

20. Prados que forman céspedes y que se pueden mantener siempre verdes a pesar de la desecación estival **21**

21. Céspedes densos dominados por especies de los géneros *Paspalum* y *Polypogon* ..... ***Paspalo-Agrostion verticillati***

21. Gramales sobre suelos húmedos y compactados que se desecan en verano, presentando alta riqueza en *Cynodon dactylon* ..... ***Trifolio fragiferi-Cynodontion***

22. Pastizales vivaces (berceales) presididos por *Stipa gigantea*, sobre suelos sin hidromorfía temporal ..... ***Agrostio-Stipion giganteae***

22. Pastizales vivaces (lastonares o cerrillares) dominados por *Festuca elegans* ..... ***Festucion elegantis***

Tabla 1: Parámetros tenidos en cuenta en la elaboración de las tablas dicotómicas y algunas características propias de la alianza: Fisonomía Fl (P = pastizal, Hr = pastos herbáceos asociados a acción antrópica, J = prados de juncos). Biotipo Bl (T = terófito, Vz = vivaz). Fenología FE (P = primaveral, Hp = hiemo-vernal, E = estival, Ea = estivo-autumnal). Cobertura en suelo CO (Bj = baja <50%, Me = media 50-75%, Al = alta, 75-100%). Sustrato SU (Si = ácido, Ba = básico, I = indiferente, Ne = neutro). Humedad suelo HU (S = seco, Sh = grado humedad medio, H = húmedo con encharcamiento temporal, Mh = encharcamiento permanente). Grado de nitrificación Nl (Bj = baja, Me = subnitrófilo, Al = nitrificación alta, An = nitrificación muy alta). Cultivo CU (Sc = terreno sin cultivar, Se = cultivo de secano, Re = cultivo de regadío). Valor pastoral VP (basado en García-Fuentes y Cano, 1993) (+ = pobre, ++ = alto, +++ = muy alto). Tipo de ganado preferente para su aprovechamiento TG (Va = vacuno, Eq = equino, Ov = ovino y/o caprino).

	Fl	Bl	FE	CO	SU	HU	Nl	CU	VP	TG
Agrostion castellanae	P	Vz	P,E	Me,Al	Si	H	Me	Sc	+++	Va,Eq
Agrostio-Stipion giganteae	P	Vz	P	Me,Al	Si	Sh	Me	Sc	+++	Va,Eq
Alysso-Brassicion barrelieri	Hr	T	P	Bj	Si	S	Me	Sc	+	Va,Eq,Ov
Astragalo-Poion bulbosae	P	T,Vz	P	Al	Ba	S	Me	Sc	+++	Ov
Chenopodion muralis	Hr	T	E,Ea	Me,Al	I	S	An	Se	+	Va,Eq
Corynephoro-Malcolmion	P	T	P	Bj	Si	S	Bj	Sc	+	Ov
Diplotaxion erucoidis	Hr	T	Ea	Me	I	S	Me	Se	+	Eq
Echio-Galactition tomentosae	Hr	T	P	Al	I	S	Me,Al	Se	+	Va,Eq
Festucion elegantis	P	Vz	P	Me,Al	Si	Sh	Me	Sc	+	Va,Eq
Fumarion wirtgenii-agrariae	Hr	T	Hp	Me	I	S	Me	Me, Re	+	Va,Eq,Ov
Helianthemion guttati	P	T	P	Me	Si	S	Bj	Sc	+	Ov
Hodeion leporini	P	T	p	Al	I	S	Al	Sc	++	Va,Eq,Ov
Juncion acutiflori	J	Vz	P,E	Al	Si,Ne	Mh	Me	Sc	+	Va,Eq,Ov
Mentho-Juncion inflexi	Hr,J	Vz	E	Al	I	H	Me,Al	Sc	+	Va,Eq
Molinio-Holoschoenion vulgaris	Hr,J	T,Vz	P,E	Al	I	H	Me	Sc	++	Va,Eq,Ov
Paspalo-Agrostion verticillati	Hr	Vz	E	Me,Al	I	H	Me,Al	Re	++	Va,Eq,Ov
Trifolio subterranei-Periballion	P	Vz	P	Al	Si	S	Me	Sc	+++	Ov
Polygono-Chenopodion polispermi	Hr	T	Ea	Me	I	Sh	Me	Re	+	Va,Eq
Roemerion hybridae	Hr	T	Hp	Me	I	S	Me	Se	+	Eq,Ov
Scleranthion annui	P	T	Hp	Me	Si, Ne	S	Bj	Sc	+	Ov
Sedion pedicellato-andegavensis	P	T	P	Bj	Si	S	Bj	Sc	+	Ov
Taeniathero-Aegilopion geniculatae	P,Hr	T	P	Al	I	S	Me	Sc	+++	Va,Eq
Trachynion distachyae	P	T	P	Bj	Ba	S	Bj	Sc	+	Eq,Ov
Trifolio-Cynodontion	P,Hr	Vz	E,Ea	Al	I	Sh,H	Me	Sc	+	Va,Eq,Ov

Conclusiones

A partir de 5 clases fitosociológicas preestablecidas, 14 órdenes y 24 alianzas se ha elaborado una clave con los pastizales más abundantes del territorio, hasta el nivel de alianza fitosociológica. Se trata de una herramienta útil y eficaz para todos aquellos profesionales que se dediquen al estudio de los pastos en este amplio territorio. La mayoría de los grupos aquí expuestos son de alto interés pascícola para la ganadería existente en el territorio; aunque algunos grupos, como los pertenecientes a la clase *Stellarietea mediae* (exceptuando las alianzas de *Hordeion leporini* y *Taeniathero-Aegilopion*) poseen un escaso valor forrajero (San Miguel, 2001).

Referencias bibliográficas

BRAUN-BLANQUET, J., 1979. *Fitosociología*. Ediciones Blume, 820 pp. Madrid (España).

CANO, E., 1988. *Estudio Fitosociológico de la Sierra de Quintana (Sierra Morena, Jaén)*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 465 pp. Granada (España).

CASTROVIEJO, S. *et al.* (Ed.), 2001. *Claves de Flora Ibérica. I.* Real Jardín Botánico. CSIC. 776 pp. Madrid (España).

GARCÍA-FUENTES, A.; CANO, E., 1993. Fitosociología aplicada al conocimiento de los herbazales: nuevo método para el cálculo del valor forrajero. *Ecología Mediterránea*, **19(3/4)**, 19-28.

GÓMEZ-GARCÍA, D.; REMON-ALDABE, J. L.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R., 2002. Clave simplificada para la determinación de los pastos pirenaicos. *XLII Reunión Científica de la SEEP*, 91-97.

LADERO, M., 1987. España Luso-Extremadurense. En: *La vegetación de España*, 453-486. Ed. M. PEINADO, S. RIVAS-MARTÍNEZ. Servicio de Publicaciones de la Univ. de Alcalá de Henares. Alcalá de Henares. Madrid (España).

MELENDO, M., 1998. *Cartografía y ordenación vegetal de Sierra Morena: Parque Natural de las Sierras de Cardeña y Montoro (Córdoba)*. Tesis Doctoral. Universidad de Jaén. 616 pp. Jaén (España).

PAIVA, J.; SALES, F.; HEDGE, I. C.; AEDO, C.; ALDASORO, J. J.; CASTROVIEJO, S.; HERRERO, A.; VELAYOS, M., 2001. *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. XIV: Myoporaceae-Campanulaceae*. Real Jardín Botánico, CSIC. 251 pp. Madrid (España).

RIVAS-GODAY, S., 1964. Vegetación y flórula de la cuenca extremeña del Guadiana. Publ. Diputac. Provinc. Badajoz. 777 pp. Badajoz (España).

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J.; LOUSA, M; PENAS, A., 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica*, **14,** 5-341.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T. E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSA, M.; PENAS, A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica*, **15(2)**, 433-922.

SÁNCHEZ-PASCUAL, N., 1994. *Estudio fitosociológico y cartográfico de la comarca de Despeñaperros (Jaén)*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 465 pp. Granada (España).

SAN MIGUEL-AYANZ, A., 2001. *Pastos naturales españoles. Caracterización, aprovechamiento y posibilidades de mejora*. Fundación Conde del Valle de Salazar y Editorial Mundi-Prensa. 320 pp. Madrid (España).

VALDÉS, B., TALAVERA, S.; FERNÁNDEZ-GALIANO, E., 1987. *Flora Vascular de Andalucía Occidental*. Vol. 1-3. Ketres Editora S.A. Barcelona (España).

KEY FOR IDENTIFICATION OF GRASSLANDS IN MARIANENSE DISTRICT (SIERRA MORENA MOUNTAINS, SOUTHERN SPAIN)

SUMMARY

A dichotomic key at phytosociological alliance level is provided in order to make easier the field work of those professionals involved in pasture study. This key is only proper for Marianense district, placed in the northern mountains of Jaén, Córdoba and Sevilla provinces, reaching southern Ciudad Real and southern-central Badajoz. Furthermore, a table with the parameters taken in account to make the key is shown, pointing out the grazing interest of some syntaxa and their relationship with a given type of livestock.

Key words: Classification, Phytosociology, grasslands, Syntaxonomy, oligotrophic soils.

CLAVE DICOTÓMICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PRADOS Y PASTIZALES EN LAS SIERRAS BÉTICAS DEL SUR PENINSULAR (ANDALUCÍA-ESPAÑA)

J.A. Torres, F.M. Marchal, R. Montilla y E. Cano

Área de Botánica. Dpto. Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Fac. C. Experimentales. Universidad de Jaén. 230071 Jaén (España). E-mail: fitosoc@ujaen.es.

Resumen

Se realiza una clave dicotómica para identificar los principales tipos de pastizales y prados vivaces o anuales (xerofíticos y mesofíticos) que aparecen en las sierras béticas del sur peninsular (provincia Bética), hasta un nivel de clasificación de alianza fitosociológica. En la elaboración de la clave se han utilizado caracteres sencillos que hacen referencia a la estructura de las comunidades, biotipos dominantes, fenología, factores abióticos determinantes y especies características. Para cada alianza fitosociológica se presenta un mapa con su distribución por unidades biogeográficas.

Palabras clave: Pastizales, Clasificación, Fitosociología, Provincia Bética.

Introducción

Las sierras béticas constituyen uno de los territorios peninsulares con mayor diversidad en su flora y vegetación (Blanca, 1993; Rivas-Martínez *et. al.*, 1991). Esta gran diversidad, también afecta a la vegetación pratense y pascícola, que desde el punto de vista fitosociológico, presenta una gran heterogeneidad de comunidades vegetales y una elevada riqueza florística, en muchos casos un elevado porcentaje de especies endémicas.

En este trabajo, elaboramos una clave dicotómica sencilla, basada en caracteres fácilmente identificables (San Miguel, 2001), que nos permita diferenciar los principales tipos de pastizales y prados vivaces xerófilos y mesófilos que puedan tener interés pascícola en la Provincia biogeográfica Bética, hasta un nivel de complejidad de alianza fitosociológica.

Material y métodos

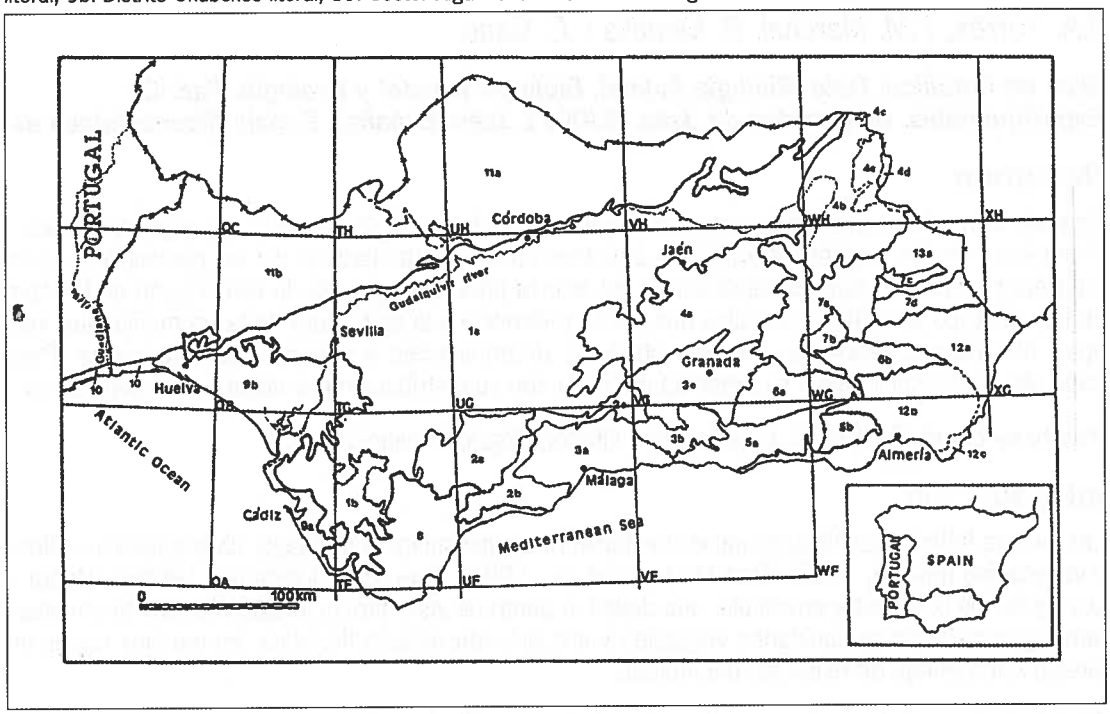
El área de estudio se corresponde con la provincia biogeográfica Bética (subprovincias Bética y Gaditano-Onubo-Algarviense) (Figura 1), de una gran heterogeneidad geomorfológica, donde coexisten complejos sistemas de montañas, valles y depresiones asociados a las Cordilleras Béticas, con otras zonas esencialmente litorales, sobre todo en el cuadrante suroccidental peninsular.

Desde el punto de vista bioclimático, predominan los ombrotipos seco y subhúmedo, aunque también están presentes el semiárido y el húmedo. Los termotipos oscilan desde el termomediterráneo al crioromediterráneo.

En la descripción y clasificación de las comunidades tratadas en el texto se sigue el método fitosociológico sigmatista (Braun-Blanquet, 1979). Igualmente, para la identificación de los sintáxones nos hemos servido de la abundante bibliografía existente (Torres *et al.*, 2001; Torres *et al.*, 2001a;

Torres *et al.*, 2001b) y de nuestros propios inventarios de campo. Para el encuadre sintaxonómico seguimos los trabajos de Rivas-Martínez *et al.* (2001, 2002). La nomenclatura de los taxones citados se corresponde con *Flora Ibérica* (Castroviejo, 1999-2000) y *Flora Europea* (Tutin *et al.*, 1964-1980).

Figura 1: Área de estudio: provincia biogeográfica Bética (Rivas-Martínez *et al.*, 1997). I. Subprovincia Bética. 1. Sector Hispalense: 1a. Distrito Hispalense; 1b. Distrito Jerezano. 2. Sector Rondeño: 2a. Distrito Rondense; 2b. Distrito Bermejense; 2c. Distrito Anticariense; 3. Sector Malacitano-Almijarense: 3a. Distrito Malacitano-Axarquiense; 3b. Distrito Almijarense; 3c. Distrito Alfacarino-Granatense; 4. Sector Subbético: 4.a. Distrito Subbético-Maginense; 4b. Distrito Cazorlense; 4c. Distrito Alcaracense; 4d. Distrito Subbético-Murciano; 5. Sector Alpujarreño-Gadorense: 5a. Distrito Alpujarreño; 5b. Distrito Gadorense; 6. Sector Nevadense: 6a. Distrito Nevadense; 6b. Distrito Filábrico; 7. Sector Guadiciano-Bacense: 7a. Distrito Guadiciano-Bastetano; 7b. Distrito Serrano-Bacense; 7c. Distrito Serrano-Marianense; 7d. Distrito Serrano-Estaciense. II. Subprovincia Gaditano-Onubo-Algarviense. 8. Sector Aljíbico; 9. Sector Gaditano-Onubense: 9a. Distrito Gaditano litoral; 9b. Distrito Onubense litoral; 10. Sector Algarviense: 10a. Distrito Algarviense.

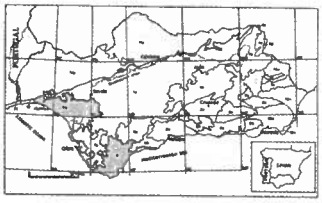


La clave dicotómica, por limitaciones de espacio, sólo abarca algunas de las comunidades vegetales que puedan tener interés pascícola, especialmente los pastizales y prados vivaces de ambientes más o menos xerofíticos, muy extendidos por todo el área de estudio. También se han incluido pastizales terofíticos, que en este caso pueden presentar un menor valor pascícola, pero que desde el punto de vista ganadero son muy importantes, puesto que su conservación favorece la evolución hacia diversos pastizales de carácter subnitrófilo, de gran interés en la ganadería extensiva.

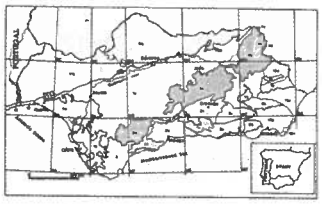
En la elaboración de la clave dicotómica se han tenido en cuenta algunas de las características más utilizadas normalmente en los trabajos de campo (Gómez-García *et al.*, 2002): biotipos dominantes, cobertura y talla de las comunidades vegetales, fenología, tipo de suelo y profundidad, naturaleza del sustrato, termotipo y ombrotipo, así como algunas de las especies más frecuentes en cada grupo de pastizales, y que normalmente son responsables de su aspecto fisionómico.

Para facilitar la localización de los diferentes pastizales, en la Figura 2, se muestra la distribución de cada alianza por unidades biogeográficas (Rivas-Martínez *et al.*,1997).

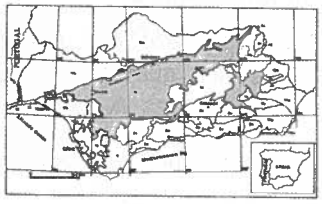
Figura 2: Distribución biogeográfica de los prados y pastizales xerófilos y mesoxerófilos en la provincia Bética.



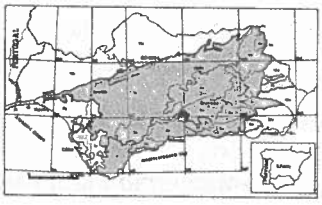
Anthyllido-Malcomion lacerae
Linarion pedunculatae



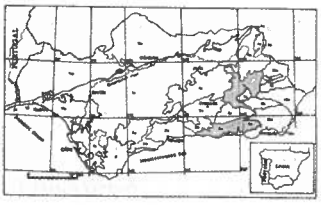
Omphalodion commutatae



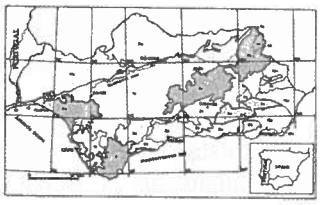
Sedo-Ctenopsion gypsofilae



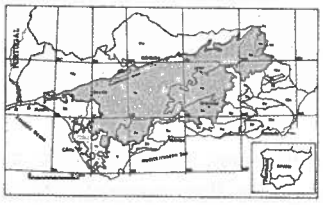
Trachynion dystachiae
Helianthemion guttati



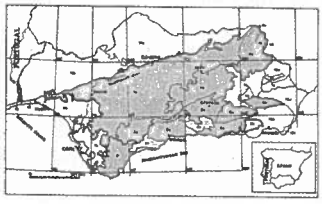
Stipion retortae



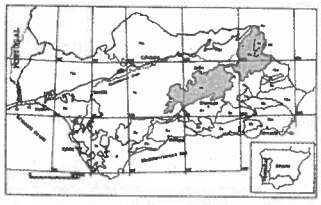
Agrostion castellanae



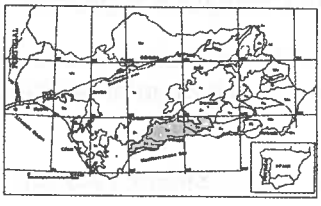
Brachypodion phoenicoidis



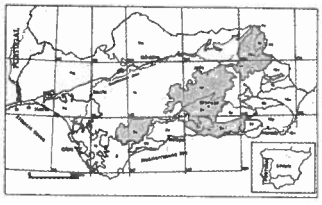
Poo-Astragalion sesamei
Plantaginion serrariae



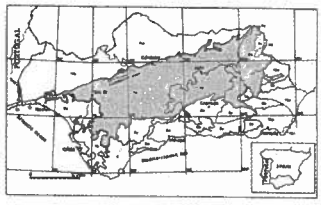
Sedion micrantho-sediformis



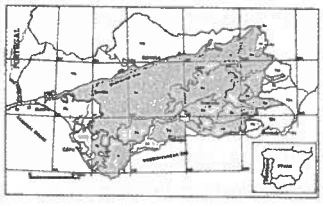
Triseto-Grachypodion boissieri



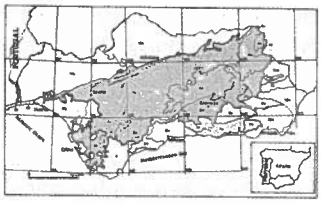
Sideritido-Arenarion microphyllae



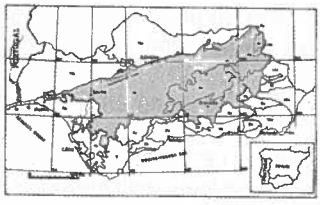
Stipion parviflorae



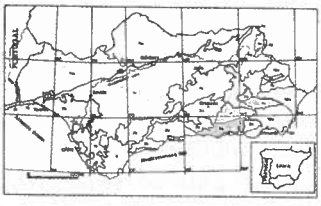
Hyparrhenion hyrtae



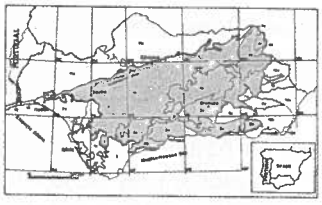
Thero-Brachypodium ramosi



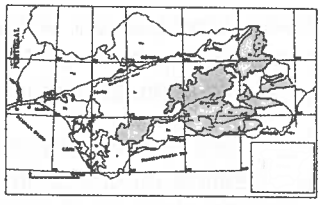
Agropyro-Lygeion sparti



Festucion elegantis



Stipion tenacissimae



Festucion scariosae

Resultados

Clave dicotómica:

(0) Pastizales terofíticos, pioneros, poco densos, generalmente de fenología primaveral y carácter xerófilo, que colonizan suelos pobres en materia orgánica, donde no hay competencia de otros vegetales vivaces.....**1**

(0) Pastizales y prados vivaces, de talla muy diversa, y predominio de hemicriptófitos y caméfitos....**6**

(1) Pastizales sabulícolas, que se desarrollan sobre suelos arenosos, más o menos profundos, y poco cohesionados.....**2**

(1) Pastizales propios de sustratos duros, sobre suelos más o menos profundos, generalmente ricos en bases (carbonatados o no).....**3**

(2) Pastizales efímeros que colonizan de un modo abierto y disperso arenales profundos de dunas fósiles estabilizadas, no influenciadas por la maresía, y generalmente con abundancia de especies endémicas: .....***Anthyllido hamosae-Malcomion lacerae* (I)**

(2) Pastizales, generalmente poco densos, que colonizan dunas litorales semifijas, y que tienen su óptimo en zonas afectadas por la maresía: .....***Linarion pedunculatae* (II)**

(3) Pastos terofiticos propios de sustratos especiales: ultrabásicos, dolomitícolas y gipsícolas.....**4**

(3) Pastizales de terófitos efímeros calcícolas o silicícolas.....**5**

(4) Pastizales que se desarrollan sobre pteridotitas, serpentinas y dolomías, éstas últimas, generalmente de consistencia arenosa: .....***Omphalodion commutatae* (III)**

(4) Pastizales de terófitos que se desarrollan sobre sustratos ricos en yesos: .....***Sedo-Ctenopsion gypsofilae* (IV)**

(5) Pastizales presentes en estaciones de ombroclima seco-subhúmedo, e incluso a veces en estaciones húmedas: .....***Trachynion distachyae, Helianthemion guttati* (V)**

(5) Pastizales presentes en estaciones termófilas de ombroclimas semiárido-árido:.....***Stipion retortae* (VI)**

(6) Prados con predominio de gramíneas hemicriptofíticas, generalmente densos, que se desarrollan en áreas lluviosas (subhúmedo-húmedas), con suelos compensados en alguna medida, pero que sufren un acusado agostamiento durante el verano.....**7**

(6) Pastos situados en otro tipo de ambientes.....**8**

(7) Prados cerrados, ricos en terófitos y gramíneas vivaces de talla media, dominados por *Agrostis castellana* (vallicares), desarrollados sobre suelos silíceos o próximos a la neutralidad, con moderada hidromorfía temporal: .....***Agrostion castellanae* (VII)**

(7) Prados dominadas por *Brachypodium phoenicoides* (fenalares), de suelos arcillosos o limo-arcillosos, generalmente de una elevada riqueza florística, con la participación de numerosas especies de vistosa floración, entre ellas numerosas orquídeas:.....***Brachypodion phoenicoidis* (VIII)**

(8) Pastizales vivaces amacollados, de pequeña talla, que forman empraizados densos por la presencia de la gramínea *Poa bulbosa*, muy pastoreadas por el ganado ovino, y generalmente, ricos en diversas leguminosas de los géneros *Trifolium ssp.* y *Astragalus ssp.* .....***Plantaginion sarrariae, Poo bulbosae-Astragalion sesamei* (IX)**

(8) Tomillares-prados de pequeño porte y pastizales xerófilos, ricos en gramíneas vivaces duras, más o menos robustas y amacolladas, de porte variable y profundamente enraizadas **9**

(9) Tomillares-prados y comunidades saxícolas, de poca talla, ricas en pequeñas gramíneas de hojas endurecidas, caméfitos pulviniformes o especies crasuláceas, que se desarrollan frecuentemente en suelos sometidos a crioturbación, o sobre rellenos térreos calcáreos u oquedades de grandes rocas, siempre sobre suelos someros y pedregosos.....**10**

(9) Pastizales vivaces, de talla media o elevada y aspecto graminoide denso (cobertura media o alta) que se desarrollan sobre suelos permeables y de profundidad variable **12**

(10) Comunidades vivaces, abiertas, de exigencias saxícolas, que coloniza litosoles, generalmente con presencia de crasuláceas de poco porte (uñas de gato), sobre todo del genero *Sedum* ssp.: .....***Sedion micrantho-sediformis* (X)**

(10) Pastizales de clara tendencia orófila, frecuentes en las montañas y páramos calizos y dolomíticos de los termotipos supra y oromediterráneo, dominados por gramíneas y caméfitos rastreros, sobre suelos someros y pedregosos, a menudo sometidos a crioturbación **11**

(11) Pastizales vivaces perennes dominados por *Brachypodium boissieri*, que aparecen sobre rocas ricas en magnesio (dolomías y serpentinas): .....***Triseto velutini-Brachypodion boissieri* (XI)**

(11) Pastizales vivaces perennes dominados por las gramíneas *Festuca hystrix* y *Poa ligulata*, que aparecen sobre sustratos calcáreos y dolomíticos: .....***Sideritido fontquerianae-Arenarion microphyllae* (XII)**

(12) Pastizales vivaces más o menos densos, de carácter viario-subnitrófilo, dominado por gramíneas de gran talla, que constituye un tipo de vegetación fundamental en la recuperación natural de barbechos, divisorias de cultivos y cultivos abandonados, y de óptimo termo-mesomediterráneo **13**

(12) Pastizales de talla elevada y aspecto graminoide, más o menos densos, homogéneos, carentes de procesos de nitrificación por la acción antrópica **14**

(13) Pastizales, a veces densos, heterogéneos, que ocupan suelos carbonatados poco profundos o arenosos, compactados, de poca pendiente, alterados frecuentemente por acción antrópica, caracterizados por *Stipa parviflora*, y con abundantes terófitos: .....***Stipion parviflorae* (XIII)**

(13) Pastizal denso, con aspecto uniforme y homogéneo, dominado por gramíneas de gran talla (*Hyparrhenia ssp.*), propio de suelos esqueléticos de laderas pedregosas con buen drenaje y ciertas exigencias nitrófilas, y de óptimo termomediterráneo que alcanza el mesomediterráneo cálido: .....***Hyparrhenion hirtae* (XIV)**

(14) Pastizales xerófilos presididos por la yesquera, *Brachypodium retusum*, que forma prados irregulares y poco densos, muy ricos en especies anuales:..***Thero-Brachypodion ramosi* (XV)**

(14) Otro tipo de pastos graminoides, de talla elevada, y muy aparentes.

(15) Pastizal de caméfitos y hemicriptófitos, de talla elevada y cobertura variable, presididos por el albardín (*Lygeum spartum*), que muestra apetencia por los suelos margo-yesíferos de fondo de valle, donde se produce un ligero aporte de sales: .***Agropyro pectinati-Lygeion sparti* (XVI)**

(15) Pasto homogéneo y poco diverso, dominado por otras gramíneas de aspecto amacollado o no, de talla elevada y densidad variable, y sobre suelos forestales estructurados de pendiente variable **16**

(16) Pastos graminoides densos, propios de sustratos silíceos, desarrollados sobre suelos profundos, presididos por *Festuca elegans* (cerrillales), y de óptimo supramediterráneo, al menos bajo ombrotipo subhúmedo:.....***Festucion elegantis* (XVII)**

(16) Pastos ricos en gramíneas vivaces xerófilas, desarrollados preferentemente sobre sustratos ricos en bases.....17

(17) Pastizales graminoides amacollados, presididos por el esparto (*Stipa tenacissima*), poco densos, aunque de aspecto homogéneo, que se desarrollan en pisos bioclimáticos termo-meso-mediterráneo seco-semiárido, y de óptimo en las margas profundas de depresiones cuaternarias, aunque también son frecuentes en las grandes fisuras de roquedos calcáreos de poca altitud: .....***Stipion tenacissimae* (XVIII)**

(17) Pastos graminoides densos, no amacollados, presididos por *Festuca scariosa*, *Helictotrichum filifolium* o *Stipa capillata*, en suelos profundos con pendiente variable. Por lo general en los termotipos supra y oromediterráneo: .....***Festucion scariosae* (XIX)**

Conclusiones

La elaboración de una clave dicotómica de estas características puede ser una herramienta útil para gestores, investigadores y todos aquellos profesionales que no precisen de un estudio minucioso de los pastizales de un territorio. No obstante, somos conscientes de las limitaciones que puede tener una clasificación en la que se identifique las comunidades vegetales sólo hasta el rango de alianza. A pesar de los límites señalados, la información aportada por estas claves es ciertamente considerable: 21 alianzas fitosociológicas, adscritas a su vez a seis clases diferentes.

Referencias bibliográficas

BRAUN BLANQUET, J., 1979. *Fitosociología*. Ediciones Blume, 820 pp. Madrid.

CASTROVIEJO, S. (coord.), 1999-2001. *Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. VII(I), VII(II).* Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid (España).

GÓMEZ-GARCÍA, D., REMON-ALDABE, J.L., GARCÍA-GONZÁLEZ, R., 2002. Clave simplificada para la determinación de los pastos pirenaicos. *XLII Reunión Científica de la SEEP*: 91-97.

RIVAS-MARTÍNEZ, S., ASENSI, A., MOLERO, J. & VALLE, F., 1997. Biogeographical synthesis of Andalusia (southern Spain). *J. of Biogeogr.*, **24**, 915-928.

RIVAS-MARTÍNEZ, S., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., LOIDI, J., LOUSA, M., PENAS, A., 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobot.*, **14**, 5-341.

RIVAS-MARTÍNEZ, S., DÍAZ, T.E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., IZCO, J., LOIDI, J., LOUSA, M., PENAS, A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobot.*, **15(2)**, 433-922.

SAN MIGUEL-AYANZ, A., 2001. *Pastos naturales españoles. Caracterización aprovechamiento y posibilidades de mejora.* Fundación Conde del Valle de Salazar y Editorial Mundi-Prensa,320 pp. Madrid (España).

TORRES, J.A., GARCÍA-FUENTES, A., SALAZAR, C. , CANO, E., 2001. Communities of the alliance *Festucion scariosae* in the Iberian Peninsula (Spain). *Phytocoenologia*, **31(1)**,123-146.

TORRES, J.A., GARCÍA-FUENTES, A., SALAZAR, C., CANO, E., 2001a. Aportaciones al estudio de la alianza *Trachynion distachyae* Rivas-Martínez 1978 en el sector Subbético (Andalucía-España). *Lazaroa*, **21**, 19-23.

TORRES, J.A., GARCÍA-FUENTES, A., SALAZAR, C., 2001b. Pastizales xerófilos anuales en las Sierras Subbéticas de la provincia de Jaén (Andalucía-España). *XLI Reunión Científica de la S.E.E.P. / I Foro Iberoamericano de Pastos*: 91-98. Alicante (España).

TUTIN, T.G. *et al.* (eds.), 1964-1980. *Flora Europaea*, Vol 5. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

KEY FOR IDENTIFICATION OF PASTURE LANDS IN SUB-BETICAN MOUNTAINS (SOUTHERN IBERIAN PENINSULA: ANDALUSIA, SPAIN)

ABSTRACT

A dichotomic key at phytosociological alliance level is provided in order to identify the main types of annual and vivaceous grasslands and pastures (both xerophytic and mesophytic ones) that take place in Sub-Betican mountains of southern Iberian Peninsula (Betican biogeographical province). Simple characteristics referred to the structure, biotypes, phenology, abiotic factors and species of the phytocoenoses have been taken in account to make this key. Furthermore, the biogeographical distribution maps of each phytosociological alliance is shown.

Keywords: grasslands, classification, Phytosociology, Betican province.

CLASIFICACIÓN DE LOS PRADOS SEMIEXTENSIVOS DEL PIRINEO CENTRAL A PARTIR DE SU COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

M. Santa María[1], C. Chocarro[2], J. Aguirre[1] y F. Fillat[1]

[1] Instituto Pirenaico de Ecología. (CSIC) Av. Rto. Galicia s/n; E-22700 Jaca.
[2] ETSEA (Universidad de Lleida) Av. Rovira Roure 177; E-25198 Lleida.

Resumen

Se han estudiado, desde el punto de vista florístico y productivo, 255 prados seminaturales del Pirineo Central. Para ello se han tomado muestras de 50 x 50 cm determinando el número de especies, índice de Shannon, biomasa aportada por los grupos funcionales (gramíneas, leguminosas y otras especies), así como la abundancia proporcional de cada especie. Mediante la aplicación de técnicas multivariantes (DCA y Twinspan) se clasificaron en 6 grupos, tres de los cuales corresponden a prados típicos de siega, con abundancia de gramíneas e índices de diversidad medios. Los otros tres se caracterizan o bien por la elevada abundancia de especies del grupo otras, en concreto en aquellos prados que están sufriendo un proceso de abandono, o bien están aún presentes las especies introducidas mediante siembra.

Palabras Clave: Prados de montaña, índices de Ellenberg, ordenación y tipificación.

Introducción

Los actuales prados del Pirineo español proceden en su mayoría de la transformación de antiguos campos de cereal (Fillat 1980; Lasanta 1988) por lo que son una expresión compleja de las interacciones entre especies típicas de cultivos abiertos (Reiné 2002) y las que han ido entrando procedentes de comunidades adyacentes (Chocarro 1990). En el proceso de intensificación sufrido en los últimos años en las proximidades de los pueblos se está dando la coincidencia de un abandono importante de otras parcelas más alejadas y es un cambio bastante general en otras montañas europeas (Cernusca 1996). Estos cambios ocurren cuando se está pensando en una política europea capaz de integrar nuevos valores de conservación de la naturaleza (Baldock 1993). Por ello el desarrollo de técnicas agrarias capaces de asumir una simultánea conservación de la biodiversidad ha sido tema de preocupación para la Comisión Europea (Nowicki 1998) y, en este sentido, los cambios de uso en los prados de montaña fueron entendidos como un importante aspecto en los proyectos del IV Programa Marco (Cernusca 1999). Como continuación de estas preocupaciones, se desarrolla en la presente contribución un estudio de varios prados del Pirineo central para los que se propone una clasificación botánica que ayude a interpretar las características de las parcelas a través de su composición florística.

Material y métodos

En junio y julio de 2001 se realizó un muestreo de 255 prados del Valle de Broto (Huesca). Sus altitudes están comprendidas entre 905 y 1500 msnm., sobre sustrato tipo *flysch* con suelos profundos de textura franca (Badia 1999). La pluviometría media anual es de 1253 mm y la temperatura media anual es de 9,5ºC (Pardo 1992). Son prados con una explotación mixta de siega y

pastoreo. El corte de verano constituye la reserva para la estabulación invernal. Desde el punto de vista fitosociológico, pertenecen a las clases *Festuco–Brometea* Br. Bl. et Tx., 1943 y *Molino-Arrhenetheretea* Tx., 1937, y dentro de ésta a la alianza *Arrhenatherion elatioris* Koch, 1926 (Cernusca 1996).

En cada parcela se cortaron dos muestras de 0.25 m^2. La primera fue utilizada para la determinación de las especies (flora ibérica) y biomasa aportada por cada una. La segunda se separó en 3 grupos funcionales: gramíneas, leguminosas y otras especies, obteniéndose la materia seca. La clasificación de los prados se realizó mediante el método TWINSPAN (Hill, 1994), usando los datos de abundancia relativa de las especies (tras eliminar aquellas con una sola presencia). Para completar el estudio se realizó un análisis de correspondencias a través del programa DECORANA (DCA). Obtenidos los grupos, se utilizaron los índices de diversidad (número de especies, índice de Shannon y equitabilidad) y las variables descritas por Ellenberg (Ellenberg 1994) para determinar sus diferencias o semejanzas. Los índices de Ellenberg utilizados fueron las correspondientes a exigencias frente a la luz (L), temperatura (T), continentalidad (C), humedad (F) y acidez edáfica (R), nitrógeno (N) y salinidad (S). Para calcular el índice de Ellenberg para cada parcela se usaron los datos de abundancia de especies en cada muestra mediante la fórmula: $I = \sum(u*v)/\sum u$ (Käller 2002). Donde I es el índice de Ellenberg para la parcela, u la abundancia de la especie y v el valor del índice de Ellenberg para esa especie. A las especies determinadas como indiferentes se les asigna valor uno.

Tabla 1: Correlación de Sperman de los ejes I y II del DCA con cada una de las variables estudiadas.

	AX1		AX2	
	R	p	R	P
Número de especies	0,446	*0,000*	0,266	*<0,001*
Indice de Shannon	0,341	*0,017*	0,219	*<0,001*
Equitabilidad	0,151	*0,000*	0,102	*0,108*
% Gramineas	-0,534	*0,000*	-0,422	*0,000*
% Leguminosas	0,159	*<0,001*	0,252	*0,000*
% Otras especies	0,549	*0,000*	0,344	*0,000*
Indice de luz	+0,135	*0,033*	+0,107	*0,090*
Indice de temperatura	+0,175	*0,006*	+0,452	*0,000*
Indice de continentalidad	+0,142	*0,024*	+0,082	*0,194*
Indice de humedad	-0,228	*<0,001*	-0,183	*0,004*
Indicede acidez edafica	+0,120	*0,058*	+0,261	*<0,001*
Indice de nitrogeno	-0,360	*0,000*	-0,226	*<0,001*
Indice de salinidad	-0,283	*<0,001*	+0,132	*0,038*

Tabla 2: Indices de diversidad medios (H´ y J') y contribución en materia seca de las familias: Gramíneas, Leguminosas y Otras especies en los seis grupos de prados.

	N	Nº Sp	H´	J'	% Gramineas	% Leguminosas	% Otras especies
G1	25	21,04 (4,19)a	2,9468 (0,521)ac	0,692 (0,112)a	30,95 (20,71)a	19,09 (14,60)ac	47,22 (19,53)a
G2	56	16,59 (3,73)b	2,947 (0,359)a	0,738 (0,059)a	67,96 (15,80)b	13,07 (11,21)ab	18,21 (12,69)b
G3	48	17,96 (4,34)c	2,728 (0,494)bc	0,713 (0,100)a	74,57 (14,10)c	10,46 (8,71)bd	14,34 (9,81)c
G4	74	15,18 (3,31)c	2,832 (0,421)ad	0,730 (0,073)a	61,81 (17,64)cd	19,03 (12,57)c	18,60 (13,01)b
G5	22	17,36 (4,51)b	2,774 (0,631)ab	0,683 (0,121)a	66,20 (17,96)bd	13,60 (11,12)ad	19,25 (15,00)bc
G6	25	14,20 (3,14)c	2,597 (0,558)bd	0,682 (0,120)a	73,07 (16,60)b	12,44 (10,57)ab	14,06 (12,16)d

Letras distintas dentro de cada columna (variable) indica que existen diferencias significativas entre los grupos ($p<0,01$; test de Mann-Whitney).

Resultados y discusión

Se han obtenido seis grupos de prados, cada uno caracterizado por una o varias especies (Fig.1) cuyas principales características se describen a continuación. Sus particularidades respecto a diversidad e índices de Ellenberg así como las contribuciones de los diferentes grupos funcionales se resumen en las Tablas 2 y 3.

Figura 1: Clasificación de las parcelas en función de su composición florística. Grupos obtenidos a partir del análisis TWINSPAN.

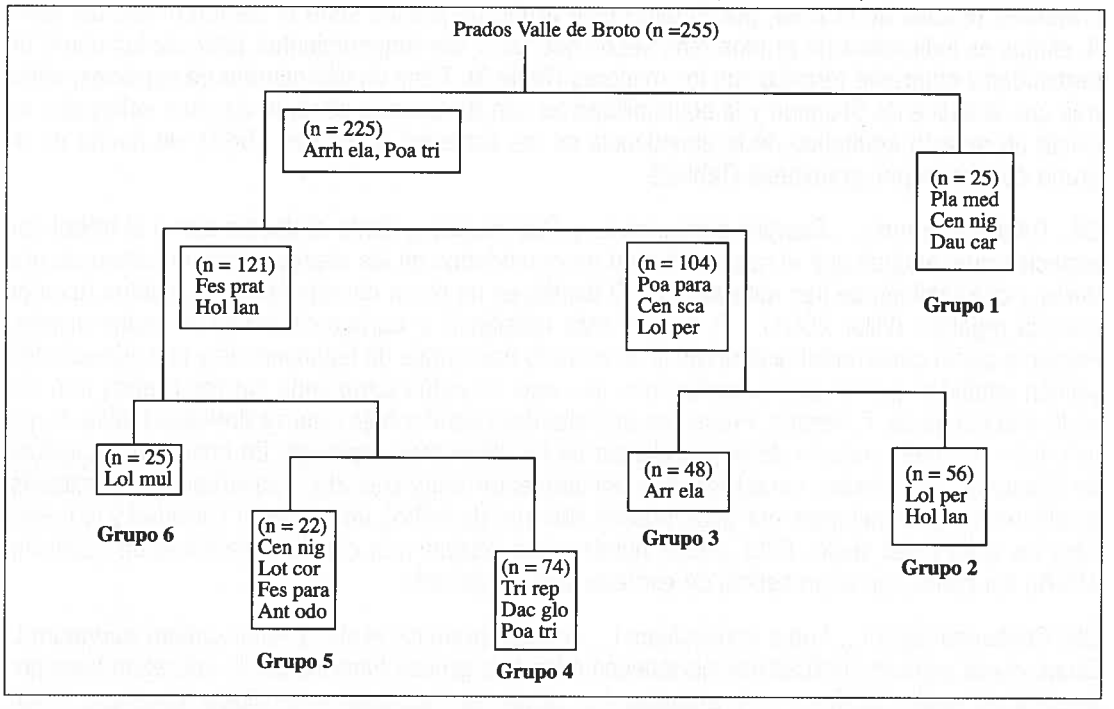


Tabla 3: Valores medios y desviación estandar de los índices de Ellenberg estudiados en los 6 grupos florísticos.

Grupo	Luz	Temperatura	Continentalidad	Humedad	Acidez	Nitrógeno	Salinidad
G1	6,81±0,59a	7,42±3,65a	2,71±0,45a	3,73±4,53a	3,46±1,39a	3,25±0,89a	0,09±0,07a
G2	6,25±0,81bc	3,96±2,49b	2,29±0,56b	3,69±2,92a	2,35±1,17bc	4,23±0,87b	0,25±0,14b
G3	5,99±1,18b	3,02±1,21c	2,30±0,53b	4,61±3,54ab	2,51±1,10b	4,36±1,03b	0,13±0,09a
G4	6,84±0,46a	3,33±1,80bc	2,39±0,46b	5,62±5,12b	1,55±0,92c	4,38±0,89bc	0,32±0,16c
G5	6,48±1,01ac	3,45±2,46bc	2,44±0,44ab	4,63±3,04ab	1,85±1,15c	3,95±1,19b	0,12±0,09a
G6	6,70±0,56a	4,09±1,50b	2,61±0,32a	7,36±10,71b	2,93±1,37ab	4,74±0,84c	0,23±0,14b

Letras distintas dentro de cada columna (variable) indica que existen diferencias significativas entre los grupos ($p<0,01$; test de Mann-Whitney).

G1: *Plantago media* L., *Centaurea nigra* L. y *Daucus carota* L. Se trata del grupo con mayores requerimientos térmicos (Tabla 3). En cuanto a la humedad, son especies indicadoras de suelos algo secos pero que no se desecan ni inundan con frecuencia. Indicadoras de habitats algo pobres en nitrógeno (con los valores más bajos) y sin ninguna concentración de sales. Esto puede explicarse debido al bajo contenido de gramíneas (Tabla 2), que hace que sean prados abiertos, de poca altura, donde pueden aparecer un gran número de especies. Se trata de un grupo de prados dominados por taxones pertenecientes al grupo otras y con un elevado número de especies.

G2: *Lolium perenne* y *Holcus lanatus*. *H. lanatus* es una especie cuya cobertura se ve favorecida por unas altas precipitaciones (Sternberg 1999) y *L. perenne* esta asociado también a ambientes frescos y húmedos. Se trata por tanto de un conjunto de prados ligados a la humedad que presentan unos valores de diversidad altos debido a la actual naturalización de *L. perenne,* que fue introducido masivamente durante los años 70 (Pujol 1974), no significando por tanto un alto grado de intensificación y la consiguiente perdida de diversidad.

G3: *Arrhenatherum elatius* (L.) Beauv.ex J.& C. Presl. Grupo caracterizado por una de las especies pratenses propias de la zona, por lo tanto este grupo de prados sería el característico del valle. *A. elatius* es indicadora de prados más secos que G2 y sus requerimientos tanto de luz como de termicidad y contraste térmico son los menores (Tabla 3). Tiene un alto número de especies, mientras que el índice de Shannon y la equitabilidad no son de los mas altos, lo que nos indica que no existe un reparto equitativo de la abundancia de las especies (Chocarro 1987), de hecho es un grupo dominado por gramíneas (Tabla2).

G4: *Trifolium repens* L., *Dactylis glomerata* L. y *Poa trivialis* L. Tanto el dactilo como el trébol son especies que, al igual que el raigras, fueron recomendados en las mezclas para el cultivo de praderas y que también se han naturalizado. El dactilo es un taxón característico de prados ricos en materia orgánica (Villar 2001) y *P. trivialis* esta reflejando el carácter húmedo de estos prados. Presenta como característica diferencial un elevado porcentaje de leguminosas y una elevada desviación estándar, por lo que consideramos que aquí se están agrupando ciertos prados con elevado porcentaje de *T. repens*. Presentan una alta diversidad y baja riqueza florística (Tabla 3) que nos indica un buen reparto de la abundancia de las diferentes especies. En cuanto a los índices de Ellenberg, son prados caracterizados por presentar unos elevados requerimientos lumínicos, posiblemente determinados por esos prados abiertos de trébol, una elevada salinidad y la menor cifra de acidez del suelo. Esta acidez puede estar relacionada con la intensificación (Goulding 1998), así como con la presencia de excrementos de ganado.

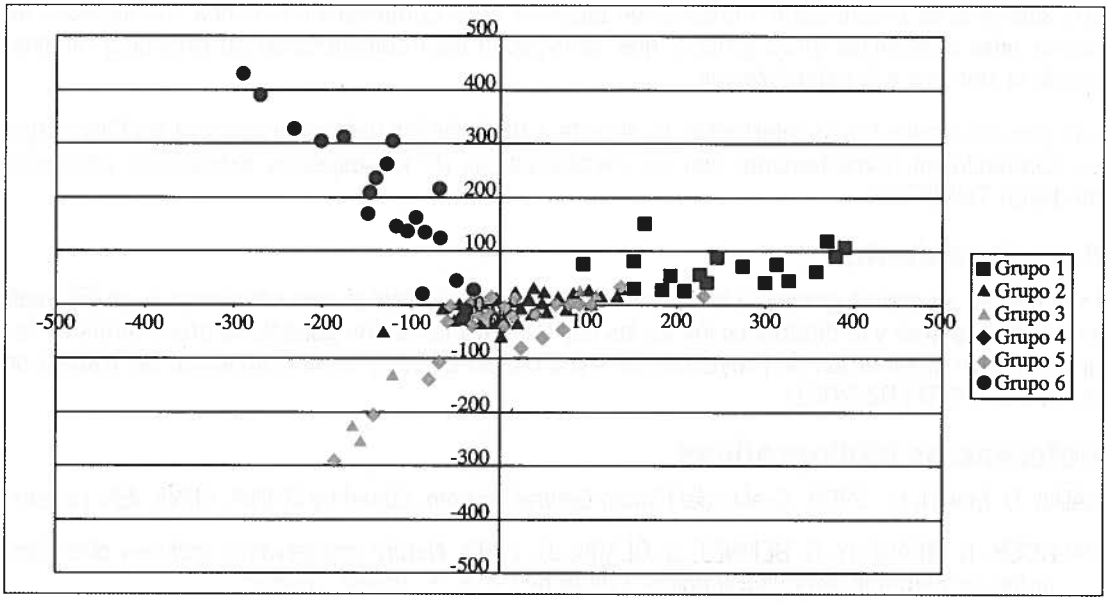
G5: *Centaurea nigra* L., *Lotus corniculatus* L., *Festuca pratense* Huds. y *Anthoxantum odoratum* L. Grupo cuyas especies indicadoras pertenecen a los tres grupos funcionales. *A. odoratum* tiene preferencia por suelos ácidos y es la gramínea con desarrollo fenológico más rápido (Chocarro 1993), además de ser un taxón típico de borde de bosque (Chocarro 1990). Lo mismo ocurre con *L. corniculatus* que, por otro lado, está asociado a la existencia de ganado. *C. nigra* nos indica la existencia de un proceso de abandono (Chocarro 1987), corroborado por la alta contribución de las especies pertenecientes al grupo otras y por poseer una de las menores cifras de acidez (Jonhnston 1986).

G6: *Lolium multiflorum* Lam. Su única especie indicadora es una pratense procedente de la siembra, que fue recomendada en los años 70, principalmente para regadíos y zonas de alta fertilidad (Pujol 1974). Se trata de un grupo de prados con altos requerimientos de humedad y nitrógeno. También es característico su alto índice de temperatura que queda reflejado en el DCA.

La ordenación de parcelas resultante de la aplicación del DCA aparece en la Fig.2. Los ejes *I* y *II* del *DCA* absorben respectivamente el 30 y 26 % de la varianza total con un valor conjunto del 56%, que se puede considerar aceptable para este tipo de estudios (Ferrer, 1990). Al relacionar las coordenadas de las parcelas con los valores de Ellenberg se observó que tanto el eje *I* como el *II* presentan correlación positiva con el numero de especies y el índice de Shannon, que esta ligado a un incremento de los aportes de otras especies, y muestran correlación negativa con los aportes de gramíneas.

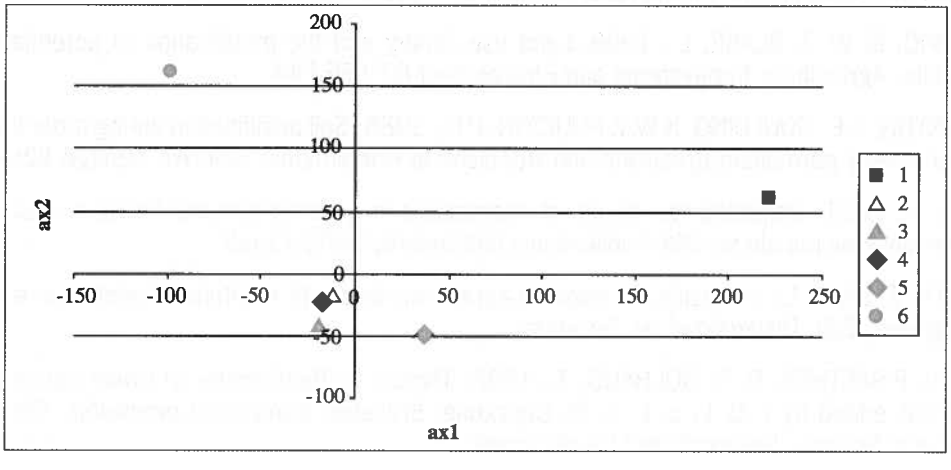
La localización de los grupos según los dos primeros ejes del *DCA* nos indica una posición extrema para G1 y G6 mientras los otros cuatro grupos la tienen más centrada. La característica que da entidad a G1 es la importante abundancia de especies pertenecientes al grupo otras, mientras que la dispersión de G6 hacia valores altos y positivos del eje *II* se debe a la gran abundancia de *L. multiflorum*, gramínea procedente de la siembra.

Figura 2: Ordenación de las parcelas en los ejes I y II del análisis DCA. Los 6 grupos corresponden a la clasificación obtenida mediante Twinspan.



Si averiguamos las características de cinco parcelas de G3 que se alejan de la aglomeración central hacia valores negativos del eje *II*, observamos que en cuatro de ellas hay una importante presencia de *Phleum pratense* y las que se alejan hacia valores positivos del eje *I* tienen un alto contenido en especies del grupo otras. Esta misma circunstancia se repite en algunas parcelas de G5. Se deduce, por tanto, una primera interpretación conjunta de ambos ejes en el sentido de que los prados más típicos, con una presencia importante de gramíneas de varias especies estarían en el centro (G2, G3, G4 y G5) y las divergencias se deberían, o bien al aumento del grupo otras especies (G1) o a la presencia de gramíneas sembradas en los años setenta (Pujol, 1974) (caso de *L. multiflorum* de G6 y *Ph. pratense* de G3). Un cierto desplazamiento de G5 hacia posiciones positivas del eje *I* (observable al utilizar los valores medios en el DCA, Fig.3) nos deja como grupos más centrados a G2, G3 y G4. Para G2 y G4, los valores medios prácticamente coinciden y se explicarían bien por ser característicos de zonas húmedas, con abundancia de *H. lanatus* (G2) y *P. trivialis* (G4) mientras la presencia de *L. perenne* (G2) y *T. repens* y *D. glomerata* (G4) procedería de las siembras. Finalmente G3, con abundante presencia de *A. elatius*, buena producción y buena diversidad, sería el grupo representativo del proceso final de naturalización.

Figura 3: DCA de la posición media de los seis grupos de prados.



Conclusiones

Los sistemas de clasificación y ordenación basados en la composición florística son capaces de captar unas diferencias entre grupos, que se explican bien considerando su evolución reciente desde la siembra a la naturalización.

Los grupos resultantes se interpretan fácilmente a partir de los valores ecológicos de Ellenberg y se correlacionan correctamente con las características de las especies indicadoras obtenidas mediante TWINSPAN.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó gracias a la colaboración de los estudiantes que estuvieron en el IPE realizando el muestreo y la determinación de las especies así como los ganaderos propietarios de los prados. Tuvo financiación de Proyectos de I+D (FD1997-0815) y de la Comunidad de Trabajo de los Pirineos (CTPI 02/2001).

Referencias bibliográficas

BADIA, D. MARTÍ, C., 1999. *Suelos del Pirineo Central: Fragen.* Edited by U. INIA, CPNA, IEA. Huesca.

BALDOCK, D. BEAUFOY, G. BENNET, G. CLARK, J., 1993. *Nature conservation and new directions in the ec common agricultural policy.* Edited by I. f. E. E. Policy. London.

CERNUSCA, A., 1999. *Aims and Tasks of ECOMONT. In Land-Use Changes in European Mountain Ecosystems. ECOMONT- Concept and Results.* Edited by T. A. Cernusca, U, Bayfield, N. Oxford: Blackwell Wissenschafts.

CERNUSCA, A. TAPPEINER, U. BAHN, M. BAYFIELD, N. CHEMINI, C. FILLAT, F. GRABER, W. ROSSET, M. SIEGWOLF, R. TENHUNEN, J., 1996. ECOMONT Ecological Effects of Land Use Change in European Terrestrial Mountains Ecosystems. *Pirineos* 147-148:145-172.

CHOCARRO, C. FANLO, R. FILLAT, F., 1990. Composición florística de algunos prados de siega altoaragoneses. *Lucas Mallada* 2:43-55.

CHOCARRO, FILLAT, F. GARCÍA, A. MIRANDA, P., 1987. Meadows of Central Pyrenees: Floristical Composition and Quality. *Pirineos* 129:7-33.

ELLENBERG, H., 1994. *Los valores ecológicos de las plantas vasculares (sin Rubus) de Heinz Ellenberg.* Translated by H. Gunnemann. Edited by S. d. P. U. de. Oviedo.

FILLAT, F., 1980. De la trashumancia a las nuevas formas de ganadería extensiva. Estudio de los valles de Ansó, Hecho y Benasque, Universidad Politécnica de Madrid.

GOULDING, K. W. T. BLAKE, L., 1998. Land use, liming and the mobilization of potentially toxic metals. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 67:135-144.

JONHNSTON, A.E. GOULDING, K.W.T. POULTON, P.R., 1986. Soil acidification during more than 100 years under permanent grassland and woodland at Rothamsted. *Soil Use Manage* 12:3-10.

KÄLLER, A. 2001. *Vegetation-environment interactions in a boreo-nemoral forest in east central Sweden* www.ma.slu.se/IMA/Publikationer/internserie/2001-13.pdf.

LASANTA, T. 1988. La evolución del espacio agrario en áreas de montaña: modelos en el Pirineo aragonés, Edit. Universidad de Zaragoza.

NOWICKI, P.SAETHER, B. E. SOLHAUG, T., 1998. Threats to Biodiversity. In *Understanding Biodiversity,* edited by T. B. L. a. L. S. M. Catizzone. Bruselas: European Commision - Directorate General Science, Research and Development.

PARDO, F. FILLAT, F., 1992. Influencia de las condiciones climáticas en el crecimiento de prados altoaragoneses: Valle de Broto y parcelas de Fragen. *XXXII Reunión Científica de la SEEP.*

PUJOL, M., 1974. *El fomento de la producción forrajero/pratense en la provincia de Huesca.* Edited by D. G. d. P. A.-M. d. Agricultura. Madrid.

REINÉ, R., 2002. *Composición del banco de semillas del suelo en prados pirenaicos y alpinos.* Zaragoza: Gráficas Mola SCI.

STERNBERG, M. BROWN, V. K. MASTERS, G. J. CLARKE, I. P., 1999. Plant community dynamics in a calcareous under climate changes manipulations. *Plant Ecology* 143:29-37.

VILLAR, L. SESÉ, J. A. FERRÁNDEZ, J. V., 2001. *Atlas de la flora del pirineo aragonés.* IEA ed. 2 vols. Vol. 2. Huesca.

CLASSIFICATION OF THE CENTRAL PYRENEES MEADOWS IN BASE OF THEIR BOTANICAL COMPOSITION

SUMMARY

We have studied 255 seminatural meadows in Central Pyrenees. We have recollected 50 x 50 cm samples and determined the specie's number, Shannon index, the dry matter contribution of the tree functional groups (grasses, legumes, and other species) and the dry matter contribution of each species. Using multivariate techniques (DCA and TWINSPAN) the meadows were classified in six groups, three of them are typical hay meadows, with an important abundance of grasses and with intermediate diversity index). In the other groups, the dominance is related with other species, in the case of meadows involved in an abandon process, or with the sowed species forty years ago.

Key words: Mountain meadows, Ellenberg index, ordination and typification.

CARACTERIZACIÓN MICROMORFOLÓGICA DE LA LEGUMINOSA *BITUMINARIA BITUMINOSA* (L.) STIRT. EN DIVERSAS POBLACIONES MEDITERRÁNEAS Y ATLÁNTICAS

B. Coca[1], A. Juan[1], S. Ríos[1], M.B. Crespo[1] y P. Méndez[2]

[1] Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO). Universidad de Alicante. Apdo. 99, E-03080 Alicante. España. E-mail: s.rios@ua.es. [2] Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, Apdo. 60, E-38200 La Laguna, Tenerife. España.

Resumen

Se presentan datos de hojas y legumbres de poblaciones ibéricas, baleáricas, palestinas y canarias de *Bituminaria bituminosa* s.l., (microscopia óptica y electrónica de barrido: MEB) con el fin resolver su estatus taxonómico y la identificación de morfotipos y ecotipos con valor forrajero y resistencia a diferentes factores de estrés. Los datos presentados forman parte de un estudio global en *Bituminaria bituminosa*, que permite confirmar importantes diferencias entre las poblaciones canarias y el resto de poblaciones mediterráneas, así como la independencia de las variedades *crassiuscula* y *albomarginata*, y una cierta afinidad de esta última con poblaciones de Palestina. Los rangos de variación definidos para cada población, permitirán su identificación y tipificación a nivel infrataxonómico. Se han detectado caracteres ancestrales del género con otros táxones de la Tribu *Psoraleeae*, que podrían evidenciarse mediante la aplicación de marcadores moleculares.

Palabras clave: *Psoraleeae*, *Leguminosae*, arbustos forrajeros.

Introducción

En la periferia del Mediterráneo, área caucásica e islas atlánticas (Canarias, Azores y Madeira), se distribuye *Bituminaria bituminosa* (L.) C.H. Stirt. una leguminosa de la subfamilia *Papilionoideae*, tribu *Psoraleeae* (Stirton, 1981), junto con otros cinco géneros *Cullen* Medik., *Orbexilum* Rafin., *Hallia* Thunb., *Otholobium* C.H. Stirt. y *Psoralea* L., del cual fue segregada por Stirton (1981), con dos especies: *B. bituminosa* de amplia distribución y *B. acaulis* (Hoffm.) C.H. Stirt. de CW de Asia, Georgia y Anatolia, ubicadas en sendos subgéneros *Bituminaria* y *Christevenia* C.H. Stirt. *B. bituminosa* es el taxon más extendido y estudiado, cuya variabilidad morfológica ha servido (Stirton, 1981; Arnot, 1985; Talavera, 1999, etc.) para mantener la integridad de la especie. Pero existen táxones específicos e infraespecíficos aceptados por otros autores: *Bituminaria morisiana* (Pignatti & Metlesics) Greuter (Cerdeña), *Psoralea bituminosa* subsp. *pontica* (A.P. Khokhrjakov) A.S. Zernov, (Cáucaso y Crimea), *B. bituminosa* var. *brachycarpa* (Feldman) A. Danin, *B. bituminosa* var. *hulensis* Feldman, *B. bituminosa* var. *prostrata* Zoh. y *B. bituminosa* var. *palaestina* (Gouan) Ralf Jahn (Israel cf. Zohary, 1972). Webb y Berthelot (1842), atribuyeron ejemplares canarios a la var. *palaestina* y más recientemente en dichas islas, Méndez *et al.* (1990-1991) describieron *B. bituminosa* var. *albomarginata* Méndez, Fernández y Santos y *B. bituminosa* var. *crassiuscula* Méndez, Fernández y Santos.

B. bituminosa s.l. ha sido objeto de numerosos trabajos por su calidad forrajera (Seligman y Gutman, 1978; Méndez y Fernández, 1990; Méndez, 2000; Muñoz y Correal, 1998), resistencia al frío (Muñoz y Correal, 1999), tasa fotosintética (Méndez *et al.* 2000), contenido en cumarinas (Méndez y Fernandiz, 1990; Méndez *et al.* 2001), asociación con micorrizas (Jaizme-Vega, 2001), estudios que siguen desarrollándose en la actualidad gracias a la cooperación del ICIA-Tenerife, CIDA-Murcia y CIBIO-Univ. Alicante (proyecto INIA RTA01-026-C3-3).

La taxonomía de poblaciones extremas del grupo (Canarias, Norte de África, Cerdeña, Israel, etc.), no se ha abordado suficientemente. Trabajos moleculares preliminares (MUÑOZ *et al.* 2000), demuestran una clara separación de las *Bituminaria* canarias e ibéricas. El presente trabajo tiene como objetivo principal en el estudio microscópico (óptico y electrónico de barrido) de todas ellas (hojas y legumbres), dos parámetros mencionados en la bibliografía precedente. Constituye un avance para la caracterización taxonómica y botánica, y de descriptores que permitan identificar hasta el nivel de poblaciones o ecotipos.

Material y métodos

El material vegetal utilizado proviene de poblaciones de *Bituminaria bituminosa* silvestres de Canarias (var. *crassiuscula* de Cañadas del Teide, ecotipos Güimar, Masca y Punta de Teno, Tenerife), Baleares (Mallorca), Península Ibérica (La Perdíz-Sierra Espuña Murcia, Santiago de la Espada-Sierra de Segura Jaén, Río Mundo, Molinicos Albacete, Huesca sierras del prepirineo aragonés) e Israel (Galilea occidental); algunas de las cuales ya cuentan con estudios precedentes (Méndez *et al.* 1991; Muñoz y Correal, 1998), así como de dos poblaciones cultivadas obtenidas de la colección del CIDA de la Alberca (Murcia) o del ICIA de Tenerife (var. *albomarginata*, Lanzarote y el cultivar de uso forrajero tradicional "Tenerife").

Se ha trabajado (regla milimetrada o pie de rey digital), sobre material prensado depositado en el herbario de la Universidad de Alicante (ABH). Las medidas microscópicas se han realizado con ocular micrométrico (Leika MZ6), o directamente sobre las fotografías MEB, realizando 30 medidas sobre individuos o pliegos diferentes. Para las medidas de hojas, se han seleccionado las caulinares medias, y las inferiores o basales (fig. 1), midiendo peciolo, peciólulo, foliolo terminal, estípulas, etc. (fig.1). La superficie de los foliolos (terminal) y de los tricomas, se ha estudiado con microscopio electrónico de barrido (MEB: JEOL 840).

Se han estudiado en legumbres maduras características microscópicas (fig. 2., tablas 3, 4), indumento, superficie, estomas, etc. del cuerpo y pico (MEB) montadas en portaobjetos especial con adhesivo conductor, con posterior metalización con oro, y fotografiado.

Resultados y discusión

De los datos obtenidos se puede deducir la confirmación de hipótesis precedentes (variabilidad morfológica hojas y legumbres), denunciada por múltiples autores (Arnot, 1985; Méndez *et al.* 1991; Muñoz y Correal, 1998; etc.), pero también se significan algunos parámetros ya observados (tablas 1, 2, 3 y 4) y otras nuevas diferencias con valor taxonómico o poblacional:

a) var. *albomarginata*; número de foliolos anormalmente mayor 4-5-7, foliolos, (ya detectado en *Medicago citrina* por ROBLEDO *et al.* –1993–). Peciólulo del foliolo terminal con articulación característica, indumento, longitud y anchura con valor diagnóstico. Tricomas más largos detectados (junto con Galilea), estomas anisocíticos en las hojas y actinocíticos en la legumbre (tabla 1), combinación que comparte con la var. *crassiuscula*. Legumbre con setas apicales de longitud máxima (igual a Galilea), así como la presencia de acúleos (fig. 2), algunos de los cuales pueden presentar indumento denso (igual que Galilea). Setas y acúleos cierran la cavidad calicina y deben estar relacionados junto con la forma del pico, con las estrategias de dispersión. El pico es densamente piloso (como Galilea) y con margen muy ciliado en este taxon (tabla 3).

Figura 1: Morfología foliar en *Bituminaria bituminosa*. **Parte superior** ápices de hojas caulinares y basales en las poblaciones siguientes: **1** *albomarginata*, **2** *crassiuscula*, **3** Tenerife, **4** Güimar, **5** Masca, **6** Teno, **7** Mallorca, **8** La Perdiz, **9** Santiago de la Espada, **10** Río Mundo, **11** Huesca, **12** Israel. **Parte inferior: a)** hojas basales trifoliadas típicas; **b)** hojas caulinares trifoliadas típicas; **c)** hojas pinnado-pentafoliadas anómalas; **d)** hojas pinnado-palmati-heptafoliadas anómalas. **Ft:** foliolo terminal; **Fl:** foliolos laterales; **St:** estípulas; **Ft:** foliolo-terminal; **P:** peciolo; **Pe:** peciólulo; **R:** raquis.

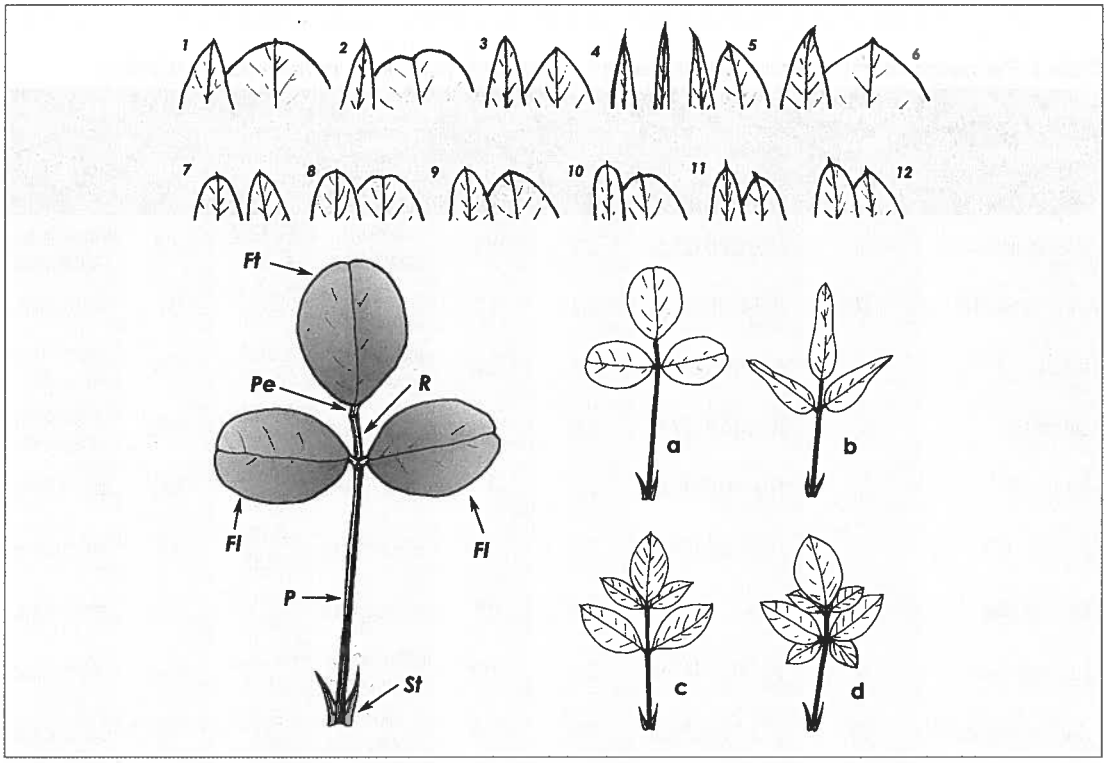
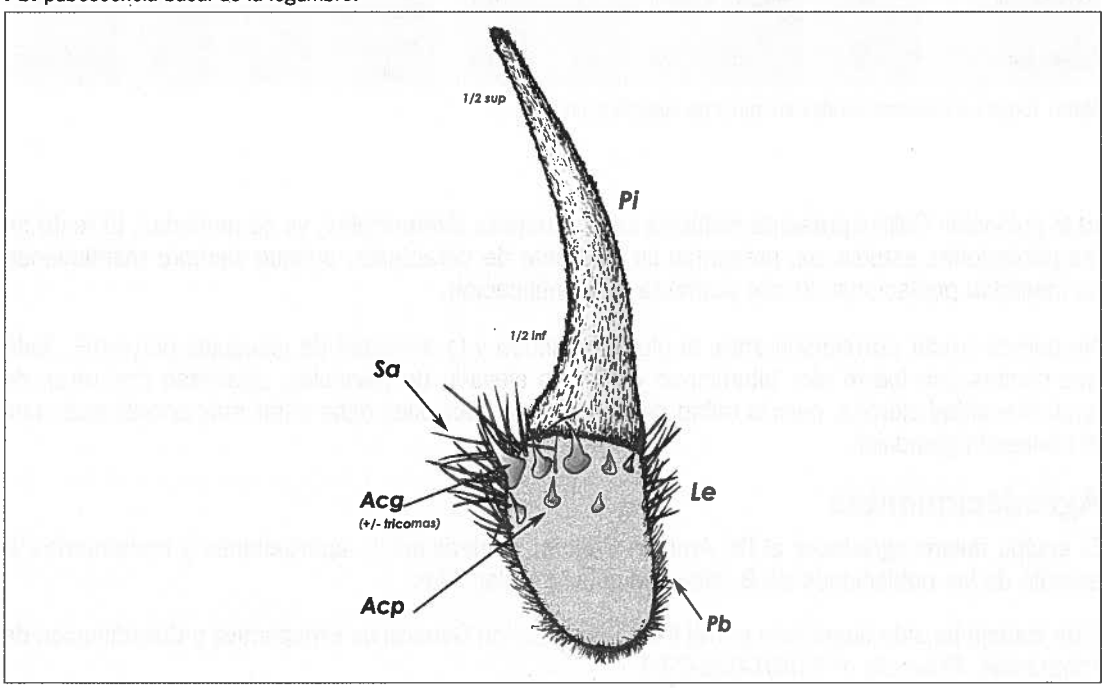


Figura 2: Morfología del fruto en *Bituminaria bituminosa:* **Pi:** pico de la legumbre, mitad inferior y superior; **Le:** cuerpo de la legumbre; **Acg:** acúleos o espinas grandes con o sin indumento; **Acp:** acúleos o espinas pequeñas; **Sa:** setas apicales; **Pb:** pubescencia basal de la legumbre.



b) var. *crassiuscula*; es la única con el pico de la legumbre glabro (tabla 4), de hojas lustrosas por el haz, pero muy pilosas en el envés (generalizado en la mayoría de plantas canarias); setas apicales y longitud de la legumbre (cuerpo y pico) significativamente largas (los máximos para *B. bituminosa* s.l.).

Tabla 1: Parámetros foliares de *Bituminaria bituminosa* s.l. en diversas poblaciones mediterráneas y atlánticas.

Poblaciones	Dimorfismo hojas basales/ caulinares	Peciolo longitud	Peciólulo foliolo terminal			Estipulas longitud	Estomas	
			Longitud	Anchura	Indumento peciólulo /raquis		Densidad	Tipo
albomarginata (Lz)	SI	20,0-53,0 (25,5)	3,3	1,1	piloso/ muy piloso	8,7-18,2 (12,4)	157	anisocítica,/ helicocítica
crassiuscula (Tf)	SI	7,3-41,9 (23,8)	2,4	1,1	piloso/ glabrescente	5,4-9,7 (7,4)	94	anisocítico
Tenerife (Tf)	SI	17,0-55,5 (28,6)	2,3	1,0	muy piloso/ piloso	3,5-6,5 (5,2)	125	laterocíclico/ anisocítico
Guimar (Tf)	NO	16,5-44,3 (27,9)	1,8	1,1	piloso/piloso	6,9-9,2 (7,9)	176	laterocíclico/ anisocítico
Masca (Tf)	SI	10,4-58,0 (31,0)	1,7	0,7	piloso/piloso	4,1-9,2 (7,3)	220	laterocíclico
Pta. Teno (Tf)	SI	11,6-50,0 (27,3)	2,9	0,6	piloso/glabro	6,4-10.2 (8,9)	44	laterocíclico
Mallorca (PM)	NO	10,9-27,1 (16,8)	2,4	0,6	piloso/glabro	3,7-5,6 (4,7)	188	laterocíclico
La Perdíz (Mu)	SI	30,1-96,7 (47,9)	2,0	1,0	poco piloso/ poco piloso	7,1-14,4 (9,3)	188	laterocíclico
Santiago Espada (J)	NO	14,1-51,6 (26,8)	2,9	1,0	piloso/ poco piloso	6,0-14,1 (8,9)	82	laterocíclico
Río Mundo (Ab)	SI	21,9-57,9 (42,1)	2,2	0,8	piloso/glabro	5,2-9,3 (7,1)	283	laterocíclico
Huesca (Hu)	NO	48,5-72,5 (58,6)	2,6	0,9	piloso/ poco piloso	5,8-9,4 (7,3)	302	laterocíclico
Galilea (Is)	SI	27,4-32,8 (31,0)	3,1	0,8	muy piloso/ piloso	8,1-9,7 (9,2)	270	laterocíclico

Nota: Todas las medidas lineales en mm y de superficie en mm^2.

c) la población Galilea presenta múltiples características diferenciales, ya comentadas. El resto de las poblaciones estudiadas, presentan un síndrome de caracteres, aunque siempre manteniendo su identidad poblacional, lo que permitirá su identificación.

No parece existir correlación entre el olor bituminoso y la densidad de glándulas por mm^2, dado que plantas con fuerte olor bituminoso y número elevado de glándulas, coexisten con otras de igual intensidad olorosa, pero la mitad de glándulas, el olor pues debe estar más acorde pues con el contenido glandular.

Agradecimientos

El equipo quiere agradecer al Dr. Arnoldo Santos, su dedicación, aportaciones y comentarios al estudio de las poblaciones de *B. bituminosa* (s.l.) en las islas.

Este trabajo ha sido financiado por el INIA- Subdirección General de Prospectiva y Coordinación de Programas, Proyecto nº RTA01-026-C3-3.

Tabla 2: Parámetros del folíolo terminal de la hoja de diversas poblaciones de *Bituminaria bituminosa* mediterráneas y atlánticas.

Poblaciones	Longitud	Anchura máxima	Ápice	Base	Limbo	Nº glándulas	Indumento márgen	Nº tricomas envés	Long. tricomas envés
albomarginata	34,2-54,1 (42,5)	15,8-43,0 .(24,2)	agudo mucronado	aguda	elíptico	4	SÍ, reborde blanco	36	0,6
crassiuscula	29,6-57,1 (43,9)	8,7-16,2 (11,33)	agudo apiculado	cuneada	lanceolado	5	poco ciliado	43	0,3
Tenerife	17,3-42,5 (27,2)	6,9-17,7 (12,3)	subagudo mucronado	aguda	lanceolado	5	ciliado	28	0,4
Guimar	33,2-68,2 (51,0)	3,4-6,3 (4,7)	agudo apiculadoo	atenuada	linear lanceolado	5	poco ciliado	45	0,3
Masca	35,5-57,1 (56,6)	5,2-12,0 (8,3)	agudo apiculado	atenuada	linear lanceolado	7	poco ciliado	28	0,3
Pta. Teno	35,5-57,1 (43,8)	9,2-29,6 (15,8)	agudo apiculado	redondeada	elíptico	4	poco ciliado	36	0,4
Mallorca	27,8-55,8 (35,6)	3,7-8,9 (5,6)	obtuso apiculado	aguda	elíptico	6	NO	16	0,4
La Perdíz	30,8-62,1 (46,5)	7,6-27,5 (14,0)	obtuso mucronado	redondeada	oblonga	11	NO	25	0,3
Santiago Espada	29,8-78,2 (44,0)	4,5-18,2 (7,8)	obtuso mucronado	redondeada	elíptica	10	NO	10	0,4
Río Mundo	29,0-39,9 (41,4)	4,5-15,0 (9,9)	obtuso apiculado	aguda	elíptica	5	NO	13	0,4
Huesca	36,5-59,7 (54,6)	7,4-15,0 (12,5)	subagudo aristado	redondeada	elíptica	6	NO	16	0,3
Galilea	48,9-53,1 (50,9)	15,1-17,4 (16,3)	obtuso aristado	aguda	elíptica	5	SÍ, reborde blanco	18	0,7

Nota: Todas las medidas lineales en mm y de superficie en mm^2.

Referencias bibliográficas

ARNOT, S., 1985. *A study of variation in Bituminaria bituminosa*. MSc. In Pure an Applied Plant Taxonomy. Universidad de Reading.

JAIZME-VEGA, M.C.; MÉNDEZ, P. Y FLORES, H., 2001. Efecto de la micorrización sobre la tedera (*Bituminaria bituminosa*) en las primeras fases de cultivo. *I Foro Iberoamericano de Pastos / XLI R. C. SEEP*, 181-187.

MÉNDEZ, P., 2000. El heno de tedera (*Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton *Leguminosae*): un forraje apetecible para el caprino en el archipiélago canario. *III R. Ibérica de Pastos y Forrajes*, 411-414.

MÉNDEZ, P. Y FERNÁNDEZ, M., 1990. Interés forrajero de las variedades de *Bituminaria bituminosa* (L.) C.H. Stirt. ("tedera") de Canarias. *PASTOS* **(nº extr.)**, 264-271.

MÉNDEZ, P.; DÍAZ, E. Y RIVERO, R., 2001. Contenido en cumarinas del forraje verde de tedera (*Bituminaria bituminosa* (L.) C.H. Stirt. (*Leguminosae*) en el archipiélago canario. *I Foro Iberoamericano de Pastos/XLI R.C. SEEP*, 335-339.

MÉNDEZ, P.; FERNÁNDEZ, M. Y SANTOS, A., 1990-1991. Variedades de *Bituminaria bituminosa* (L.) C.H. Stirt. (*Leguminosae*) en el archipiélago canario. *PASTOS*, **20-21 (1-2)**, 157-166.

MÉNDEZ, P.; PETERS, J.; MORALES, D. Y JIMÉNEZ, M.S., 2000. Características del intercambio gaseoso de las tederas (*Bituminaria bituminosa*) de Canarias. *III R. Ibérica de Pastos y Forrajes*, 91-96.

Tabla 3: Parámetros del cuerpo de la legumbre de *Bituminaria bituminosa* en diversas poblaciones mediterráneas y atlánticas.

Poblaciones	Longitud	Color	Superficie	Nº de tricomas	Longitud setas apicales	Indumento en acúleos largos	Tipologia estomas
albormarginata (Lz)	3,0-5,6 (4,4)	discolora/ concolora	poco rugosa	100	4,1	densamente piloso	actinocítico
crassiuscula (Tf)	4,9-7,5 (6,3)	discolora	poco rugosa	56	4,0	piloso	actinocítico
Tenerife (Tf)	4,1-5,6 (4,8)	concolora	rugosa	36	2,8	piloso	actinocítico
Guimar (Tf)	3,7-5,2 (4,3)	concolora	rugosa	caducos	2,0	glabro	actinocítico
Masca (Tf)	3,0-4,5 (3,6)	discolora	rugosa	108	2,7	glabro	actinocítico
Punta de Teno (Tf)	4,5-6,4 (5,1)	discolora	muy rugosa	60	3,2	glabro	
Mallorca (PM)	4,5-6,4 (3,5)	discolora	rugosa lacunosa	16	2,8	glabrescente	laterocíclico/ anisocítico
La Perdiz (Mu)	3,0-4,5 (3,9)	discolora	rugosa lacunosa	caducos	0	glabrescente	staurocítico
Santiago de Espada (J)	3,2-4,2 (3,6)	discolora	rugosa lacunosa	caducos	2,2	glabrescente	laterocítico
Río Mundo (Ab)	2,7-4,5 (3,7)	discolora	rugosa lacunosa	48	3,2	glabrescente	staurocítico
Huesca (H)	3,8-5,6 (4,7)	discolora	rugosa	76	2,0	glabro	actinocítico
Galilea (Is)	4,5-6,8 (6,0)	concolora	muy rugosa	64	5,0	densamente piloso	staurocítico

Nota: Todas las medidas lineales en mm y de superficie en mm^2. Pelos caducos son aquellos que no permanecen en la madurez.

MUÑOZ, A. Y CORREAL, E., 1998. *Bituminaria bituminosa* (L.) C.H. Stirt., leguminosa de interés forrajero en la Cuenca Mediterránea: I. Situación taxonómica, distribución y autoecología. *XXXVIII R.C. SEEP*, Soria, 87-91.

MUÑOZ, A. Y CORREAL, E., 1999. *Bituminaria bituminosa* (L.) C.H. Stirt., leguminosa de interés forrajero en la Cuenca Mediterránea: II. Comportamiento frente a frío y selección de material tolerante. *XXXIX R.C. SEEP*, Almería, 257-262.

MUÑOZ, A.; ORTIZ-DORDA, J. Y CORREAL, E., 2000. *Morphological and molecular characterization of Bituminaria bituminosa* accessions from South-east Spain and the Canary Islands. *OPTIONS Mediterranëennes*, **Vol. 45,** 103-108.

ROBLEDO, A.; RÍOS, S. Y CORREAL, E., 1993. El grupo *Medicago arborea* en la Cuenca Mediterránea: I. Origen, distribución y morfología. *Pastos* **23 (2),**55-67.

SELIGMAN, N.G. Y GUTMAN, M., 1978. Cattle and vegetation responses to management of Mediterranean rangeland in Israel. *Proc. 1est Intern. Rangeland Congress*: 616-618.

STIRTON, C. H., 1981. Tribe Psoraleeae (Benth.) Rydb. (1919). En: *Advances in Legume systematics*, 337-343. Ed. R.M. POLHILL y P. H. RAVEN. RBG, Kew.

TALAVERA, S., 1999. *Bituminaria*. En: *Flora iberica* 7(1): 354-357. Ed. S. CASTROVIEJO. Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid.

WEBB, P. Y BERTHELOT, S.,1842. *Phytographia canariense*, II. Paris.

ZOHARY, M., 1972. *Flora Palaestina* 2. The Israel Academy of Sicences and Humanities. Jerusalem.

Tabla 4: Parámetros del pico de la legumbre de *Bituminaria bituminosa* en diversas poblaciones mediterráneas y atlánticas.

Poblaciones	Longitud del pico	Posición	Coloración	Tricomas porción	basal/apical	Tricomas total	Margen ciliado
albormarginata (Lz)	11,3-15,6 (13,1)	e	concolora discolora	densamente piloso	glabro	80	densamente ciliado
crassiuscula (Tf)	13,7-16,12 (15,4)	p	discolora discolora	glabro	glabro	glabrescente	no ciliado
Tenerife (Tf)	4,9-9,4 (7,7)	e	concolora discolora	piloso	glabro	56	ciliado
Güimar (Tf)	5,6-7,9 (6,9)	e	discolora discolora	glabrescente	glabro	40	no ciliado
Masca (Tf)	8,3-13,1 (11,5)	p	discolora discolora	glabrescente	glabro	32	no ciliado
Punta de Teno (Tf)	6,3-10,7 (9,2)	p	concolora discolora	glabrescente	glabro	24	ciliado
Mallorca (PM)	6-10,8 (7,9)	p	discolora concolora	piloso	glabro	40	ciliado
La Perdiz (Mu)	5,6-13,5 (8,5)	p	discolora concolora	piloso	glabro	52	no ciliado
Santiago de Espada (J)	6,0-10,8 (8,4)	e	concolora discolora	piloso	glabro	88	ciliado
Río Mundo (Ab)	6,4-9,0 (8,4)	e	discolora discolora	piloso	glabro	84	no ciliado
Huesca (Hu)	6,4-9,0 (8,5)	p	discolora discolora	piloso	glabro	140	no ciliado
Galilea (Is)	9,8-15,5 (13,1)	p	concolora discolora	densamente piloso	glabro	40	densamente ciliado

Nota: Todas las medidas lineales en mm y de superficie en mm^2.

MICROMORPHOLOGICAL CHARACTERISATION OF *BITUMINARIA BITUMINOSA* (L.) C.H. STIRT. (LEGUMINOSAE) IN SEVERAL MEDITERRANEAN AND ATLANTIC POPULATIONS

SUMMARY

Results on leaves and pods (observations of light and scanning electron microscopy) of several Iberian, Balearic, Palestinian and Canarian populations of *Bituminaria bituminosa* (s.l.) are presented. Investigations were focused to resolve their taxonomic status and to facilitate an easy identification of morphotypes and ecotypes with characters susceptible to be used in agronomy (e.g. forage or resistance to different stress factors). Those results are part of a more complete, still in progress project on *Bituminaria bituminosa*, which confirms some notable differences among the Canarian and Mediterranean (s.l.) populations as well as the taxonomic independence of varieties *crassiuscula* and *albomarginata* (the latter showing affinities with certain Palestinian plants). Variation patterns within populations will allow easy identification and typification of populations in the future. Other likely ancestral characters in the genus could be detected with molecular markers which are being currently applied to the whole aggregate.

Key word: *Psoraleeae*, legumes, forage plants.

CARACTERIZACIÓN DE POBLACIONES NATURALES DEL GÉNERO *DACTYLIS* DE GALICIA

R. Lindner y M. Lema

Misión Biológica de Galicia (CSIC). Apdo. 28 36080 Pontevedra.

Resumen

El objetivo de este estudio es la caracterización de 40 poblaciones naturales del género *Dactylis* recolectadas en el noroeste de la Península Ibérica y que forman parte de la colección existente en el Banco de Germoplasma de la Misión Biológica de Galicia. Las caracterizaciones se han llevado a cabo en dos años. En cada año, se han evaluado 20 poblaciones utilizando como testigos los cultivares "artabro" y "prairial" y la población Mg182 del interior, común a ambos años. Los caracteres evaluados fueron: emergencia floral, largo, ancho y área de la hoja bandera, tamaño de la lígula de la hoja bandera, número de tallos florales, hábito de crecimiento y producción de materia verde y seca. De las poblaciones analizadas 7 son diploides (2n=2x=14) de la subespecie *izcoi* (Ortiz and Rodríguez-Oubiña) y dos pertenecen a la subespecie *marina* (Borr.) Greuter (2n=2x=28). Se aplicó un análisis estadístico mediante ANOVA, el coeficiente de correlación de Pearson y un análisis de cluster poblacional UPGMA (distancias euclídeas de Mahalanobis). Se observaron diferencias significativas entre poblaciones para todos los caracteres en ambos años. La emergencia floral no está correlacionada con la producción de materia verde y seca en ningún año. Las poblaciones se distribuyen en 7 grupos, agrupándose poblaciones diploides de la subespecie *izcoi* y las poblaciones de la subespecie *marina*. Tres poblaciones tetraploides se seleccionaron por su precocidad y producción.

Palabras clave: dactilo, diploide, papilosa, nivel de ploidía, precocidad, tetraploide.

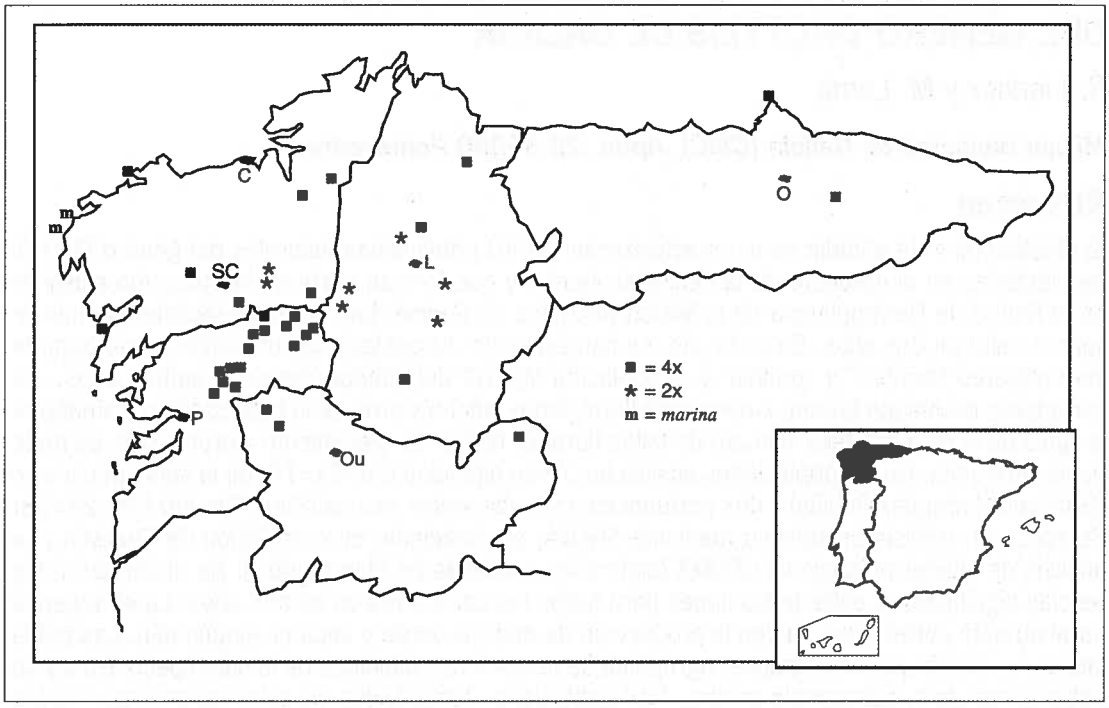
Introducción

El género *Dactylis*, monoespecífico, de la familia de las *Poaceae*, es un complejo poliploide, posee citotipos diploides (2n=2x014), tetraploides (2n=2x=28) y aún hexaploides (2n=2x=42). Posee 14 subespecies diploides y 4 tetraploides, distribuidas climáticamente (Borrill, 1978). En general, es un género que posee alta digestibilidad (Lindner, 1993), por lo que es apta para pastoreo, presenta resistencia a la sequía, se adapta a suelos ácidos y además previene la erosión. En Galicia se encuentran tres subespecies: *D. glomerata* subsp. *izcoi* Ortiz y Rodrígez-Oubiña (Ortiz y Rodríguez-Oubiña, 1993) con dos citotipos, tetraploide (2n=2x=28) presente en todo tipo de hábitat, diploide (2n=2x=14), ocurre en áreas limitadas del interior entre 350 y 800 m de altitud. Ambos citotipos son difícilmente separables morfológicamente, sobre todo cuando se encuentran en simpatría, *D. glomerata* subsp. *marina* (Borrill) Greuter (Borrill, 1961) tetraploide, caracterizada por la presencia de papilas epidérmicas, presente en los acantilados marinos y *D. glomerata* subsp. *glomerata*, tetraploide muy cultivado (Lindner y García, 1997). En el Banco de Germoplasma de la Misión Biológica de Galicia se guardan 825 poblaciones naturales del género *Dactylis*, de las que 784 han sido recolectadas en el norte y noroeste de la Península Ibérica. El objetivo de éste trabajo es la evaluación de 40 poblaciones de dactilo pertenecientes a esta colección para selección de las más productivas.

Material y métodos

Se han caracterizado 40 poblaciones del género *Dactylis* durante dos años. 20 poblaciones se caracterizaron en el año 2000-2001 y 20 en el año 2001-2002 juntamente con dos testigos (los cultivares "artabro" y "prairial") y una población común a los dos años Mg182 tetraploide. Se sembraron en bandejas en régimen de invernadero, a los tres meses, se trasplantaron al campo, las plantas espaciadas 40 x 40 cm, 10 plantas por población y tres repeticiones distribuidas al azar. Las procedencias de las poblaciones se presentan en la fig. 1.

Figura 1: Situación geográfica de las poblaciones estudiadas.



Los caracteres evaluados en cada año fueron:

– emergencia floral (días a partir del 1 de Abril)

– largo, ancho y área de la hoja bandera (cm)

– lígula de la hoja bandera (cm)

– número de tallos florales

– hábito de crecimiento (1=erecto a 9=postrado)

– obtención de materia verde y seca (g) (se secaron en estufa a 80º C durante 24 horas)

En el segundo año también se observó la altura de la planta en el momento de la emergencia floral (cm).

En cada año se dio un corte a mediados de verano a 5 cm de altura y se obtuvo la materia verde y seca a principios de otoño.

Los datos se analizaron estadísticamente mediante ANOVA, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson y un análisis de cluster poblacional UPGMA (distancias Euclídeas de Mahalanobis).

Resultados y discusión

De las tablas 1 y 2, correspondientes a los cuadrados medios de los caracteres evaluados en los años 2000-2001 y 2001-2002, respectivamente, se deduce que existen diferencias significativas entre poblaciones para todos los caracteres durante los dos años de estudio. Los coeficientes de correlación (datos no expuestos) indican que la emergencia floral no está correlacionada con la producción de materia verde y seca, sin embargo, está negativamente correlacionada con los caracteres foliares y con el número de tallos florales en el primer año. En el segundo año, el coeficiente de correlación entre emergencia floral y largo de la hoja bandera es positivo y negativo para el ancho de la misma y el número de tallos florales. La altura de la planta se correlaciona positivamente con todos los caracteres evaluados, excepto con el hábito en que el coeficiente de correlación es negativo y con el ancho de la hoja bandera que no es significativo.

Tabla 1: Cuadrados medios de los caracteres evaluados en el año 2001. *Mean squares of the evaluated characters in 2001.*

Fuente variación	Población	Repetición	PoblaxRep	Error
g.l.	21	2	42	577
Emer.flor	772.91***	144.65*	36.87n.s.	36.85
Largo h.b.	69.26**	253.43***	25.16n.s.	19.88
Ancho h.b.	0.15***	0.08n.s.	0.03n.s.	0.03
Area h.b.	124.59***	345.35**	50.59*	34.5
Ligula	0.32*	0.12n.s.	0.17n.s.	0.15
g.l.	21	2	42	574
Nº tallos fl	467.80***	500.57**	82.77**	43.47
g.l.	21	2	42	585
P. verde	6874.77*	894495.00***	32.05***	1096.46
P.seco	195.75**	1882.98***	80.18**	48.04
g.l.	21	2	42	589
Hábito	28.46***	17.53n.s.	7.35***	3.63

Tabla 2: Cuadrados medios de los caracteres evaluados en el año 2002. *Mean squares of the evaluated characters in 2002.*

Fuente variación	Población	Repetición	PoblaxRep	Error
g.l.	21	2	42	569
Emer.flor	2236.41***	131.87 n.s.	147.12n.s.	214.13
Largo h.b.	330.03***	243.06**	33.54n.s.	30.86
Ancho h.b.	0.27***	0.18*	0.04n.s.	0.04
Area h.b.	565.65***	584.40**	80.75n.s.	78.37
Ligula	0.55***	0.14 n.s.	0.09n.s.	0.09
Altura pln	83.64***	130.71***	9.53n.s.	7.86
Hábito	10.52**	30.75**	4.00*	2.64
g.l.	21	2	42	568
Nº tallos fl.	1524.89***	101.46 n.s.	267.65n.s.	243.37
g.l.	21	2	42	560
P. verde	35730.00***	73366.00**	9039.60*	6037.64
P. seco	1894.06***	935.60 n.s.	519.06**	303.55

P>0.05 ; P>0.01**; P>0.001***; n.s.= no significativo. Emer. flor= emergencia floral (días); h.b.= hoja bandera; Nº tallos fl=número de tallos florales; Altura pln= altura planta; P. verde= peso verde; P.seco= peso seco.

La figura 2 muestra un dendrograma aproximado de distancias entre poblaciones. Se observaron los 7 grupos siguientes:

A) con 28 entradas. Este grupo se puede dividir en tres sub-grupos: A_1 constituido por 22 poblaciones, 3 diploides *izcoi* (mg1321, mg1439 y mg1420), el cultivar "artabro" y la población Mg182 común a los dos años. Son de dimensiones foliares grandes, abundantes tallos florales y buena producción de materia verde y seca. La mayor parte de las poblaciones que lo integran han sido recolectadas en el año 1988. A_2 de emergencia floral tardía, hoja pequeña y lígula corta, formado por una población diploide *izcoi* (mg1328), dos tetraploides y el cultivar "prairial". A_3 lo integran las poblaciones de la subespecie *marina* caracterizada por sus hojas cortas y anchas y la presencia de papilas epidérmicas.

B) con 5 entradas y dividido en 3 sub-grupos: B_1 con 3 poblaciones tetraploides de hoja ancha y pocos tallos florales (Mg1274, Mg1375 y Mg1473). B_2 con la población Mg266 y B_3 con la Mg1745 del interior de Asturias. Ambas son tetraploides y se caracterizan por su precocidad y buena producción de materia verde y seca.

C) Grupo integrado solo por diploides *izcoi* de emergencia floral tardía.

D) Con una población del interior Mg239 y una costera no papilosa Mg436, poseen numerosos tallos florales.

E) Con una población tetraploide Mg626 de dimensiones foliares grandes y alta producción de materia verde y seca.

F) Mg1137 procedente de Sobradelo (Barco de Valdeorras), de dimensiones foliares pequeñas y muy baja producción de materia verde y seca, posiblemente es un híbrido entre *glomerata* x *hispánica*, lo cual se había observado en un trabajo anterior con poblaciones de esta localidad (Lindner y col. 2000).

G) Mg1709 costera no papilosa, de la costa Cantábrica se caracteriza por una emergencia floral precoz, hoja muy ancha pero baja producción de materia verde y seca.

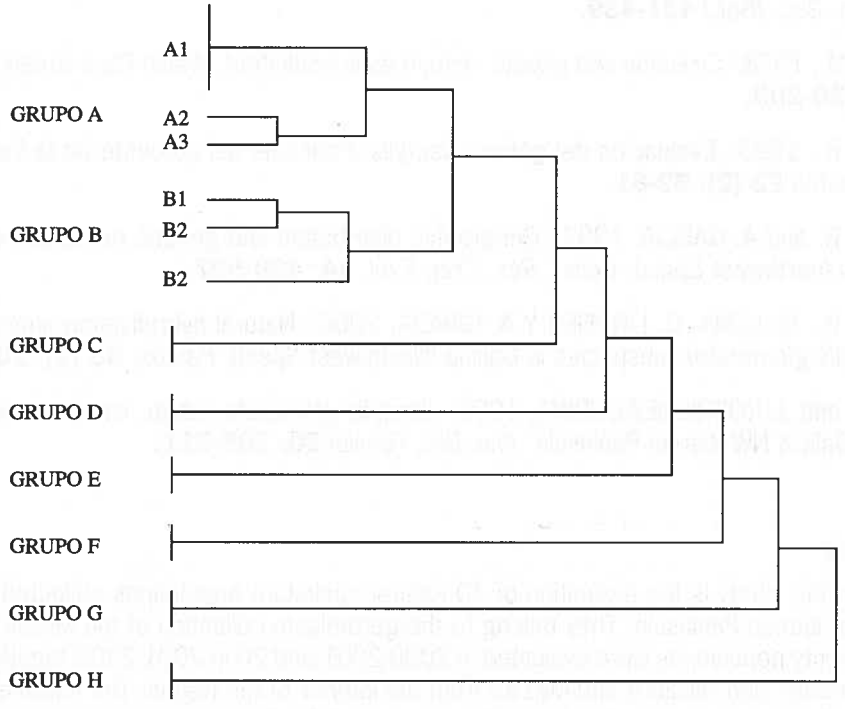
Conclusiones

Las poblaciones aquí estudiadas muestran una gran variabilidad morfológica y fisiológica. Las diploides *izcoi* tienden a agruparse y las de la subespecie *marina* constituyen un grupo. Se han seleccionado las poblaciones Mg182 del grupo A), Mg266 y Mg1745 (del interior de Asturias) del grupo B) y Mg626 del grupo E) por su precocidad y buena producción de materia verde y seca.

Agradecimientos

A la Dra. R. Malvar por su ayuda en el estudio estadístico.

Figura 2: Dentograma de distancias poblacionales en *Dactylis*.



Grupo		Población	Grupo		Población	Grupo		Población
A	A1	Mg1052	A	A1	Mg1217	B	B1	Mg1274
		Mg182			Mg1596			Mg1375
		Mg132			Mg1570			Mg1473
		Mg192			Mg524		B2	Mg266
		Mg208			Mg280		B3	Mg1745
		Mg108			Mg712	C		mg1320
		Mg150			Mg125			mg1373
		artabro			mg1420			mg1334
		Mg112		A2	Mg154	D		Mg239
		Mg120			Mg1328			Mg436
		Mg116			prairial	E		Mg626
		Mg170			Mg173	G		Mg1137
		mg1321		A3	Mm493	H		Mg1709
		mg1439			Mm497			

Referencias bibliográficas

BORRILL, M., 1961.- *Dactylis marina* (Borrill) sp. nov., a natural group of related tetraploid forms. *J. Linn. Soc. (Bot.)* **431-439**.

BORRILL, M., 1978.- Evulution and genetic resources in cocksfoot. *Welsh Plant Breed. Atation Ann. Rep:***190-209.**

LINDNER, R., 1993.- Evaluación del género *Dactylis* (*Poaceae*) del noroeste de la Península Ibérica. *Pastos* **23 (2): 69-81.**

LINDNER, R. and A. GARCÍA, 1997.- Geographic distribution and genetic resources of *Dactylis* in Galicia (northwest Spain). *Genet. Res. Crop Evol.* **44: 499-507.**

LINDNER, R., M. LEMA, G. LINDNER Y A. GARCÍA, 2000.- Natural hybridization among cocksfoot (*Dactylis glomerata)* subspecies in Galicia (North-west Spain). *Pastos*, **30 (1): 103-113.**

ORTIZ, S. and J. RODRIGUEZ-OUBIÑA, 1993.- *Dactylis glomerata* subsp. *izcoi*, a new subspecies from Galicia NW Iberian Peninsula. *Ann. Bot. Fennici* **30: 305-311.**

SUMMARY

The aim of this study is the evaluation of 40 natural cocksfoot populations collected in the northwest of the Iberian Peninsula. They belong to the germplasm collection of the Misión Biológica de Galicia. Twenty populations were evaluated in 2000-2001 and 20 in 2001-2002 together with three checks "prairial" and "artabro"and Mg182 from the interior of the region. The following traits were observed: flower emergence, length, width and area of the flag leaf, length of the ligule, number of flowering stems, growth habit and fresh and dry weight. In the second year plant height at flower emergence was also measured. Of the 40 analyzed populations, 7 are diploid *izcoi* and two populations belong to subspecies *marina* (Borr) Greuter (2n=2x=28. An ANOVA analysis, Pearsons correlation coefficient and cluster analysis UPGMA (Mahalanobis Euclidian distances) were applied. All the populations showed significant differences for all the traits in both years. Flower emergence is not correlated with fresh and dry weight in any year. The populations were distributed into 7 clusters. Diploids were included in one cluster and also subpecies *marina* is included in another cluster. Three populations were selected by earliness and productivity.

Key words: Cocksfoot, ploidy level, diploid, papillosity, earliness, tetraploid.

EFICIENCIA Y VIABILIDAD DE LA RECOLECCIÓN DE SEMILLAS DE POBLACIONES DE DOS GRAMÍNEAS SILVESTRES

P. Casal, P. Lorenzo y J. Montalvo

Laboratorio de Ecología Aplicada, Departamento de Ecología y Biología Animal. Facultad de Ciencias. Universidad de Vigo. As Lagoas-Marcosende, 36200 Vigo (Pontevedra).

Resumen

Las poblaciones silvestres son una fuente conveniente de semillas para la restauración ambiental exitosa con especies autóctonas. En este trabajo se estudió qué factores ecológicos y técnicos condicionan la viabilidad de la recolección manual de semillas en cuatro poblaciones silvestres de las gramíneas *Agrostis curtisii* (panasco) y *Pseudarrhenatherum longifolium* (tortero falso). Los resultados indican que la recolección es más viable en panasco que en tortero y en el hábitat en que la producción es mayor. La tasa de recolección depende de factores ecológicos y de la eficiencia de recolección. La mejora de los factores técnicos puede optimizar la eficiencia aumentando la tasa de recolección en los hábitats donde la producción es menor.

Palabras clave: *Agrostis curtisii, Pseudarrhenatherum longifolium*, recolección manual de semillas, tasa de recolección, eficiencia de recolección.

Introducción

Es frecuente la utilización de especies de gramíneas autóctonas en proyectos de restauración y de revegetación, como medida correctora de impactos ambientales. Entre los usos, cada vez más frecuentes, de estas herbáceas se encuentra la protección en suelos degradados, creando condiciones favorables para la evolución futura de la vegetación hacia sistemas más maduros (Scott, 2002). Es también conocido el interés de su aplicación en la mejora de pastos extensivos, en los que se siembran mezclas de varias especies, aunque, su uso ha sido descartado en ocasiones, debido, principalmente a las dificultades en la obtención de semillas y al desplazamiento por otras especies (Klapp, 1983). Esto sugiere el empleo de criterios de selección de especies basados en el coste, disponibilidad o familiaridad. Actualmente se impone la gestión ecológica de los sistemas naturales y artificiales, que conlleva el uso de criterios basados en la adaptación ecológica de las especies al hábitat que se desea restaurar (Gray, 2002). En este sentido se recomienda, especialmente en proyectos de restauración ecológica, el uso de especies autóctonas (Brown y Amacher, 1997).

La recolección de semillas en poblaciones silvestres de plantas es una fuente conveniente de semillas, tanto para mantener la diversidad genética de las poblaciones, como para garantizar el éxito de la restauración (Young y Young, 1999). Las semillas empleadas han de cumplir una serie de condiciones, entre las que se encuentra la disponibilidad de mercado en cantidad y precio adecuados. Es por tanto importante conocer mejor los factores que determinan la viabilidad de su recolección.

En este estudio se evalúa la producción de semillas en poblaciones silvestres de diferentes hábitats y se estiman como éste y otros factores ecológicos y técnicos, condicionan la viabilidad de la recolección.

Material y métodos

Se han considerado cuatro poblaciones de dos especies de gramíneas comunes en los montes de Galicia: el tortero falso (*Pseudarrhenatherum longifolium* (Thore) Rouy var. `cabaleira´) y panasco (*Agrostis curtisii* Kerguelén). Una de las poblaciones de tortero habita en un pinar de *Pinus pinaster* con sotobosque dominado por *Pteridinum aquilinum*, *Ulex micranthus* y *Erica umbellata*, y la otra en un tojal-brezal bajo, dominado por *U. micranthus* y *E. umbellata*. Una población de panasco convive en el mismo tojal-brezal que tortero (ecotipo castrexa), y la otra vive en un pinar incendiado en el verano de 2001, *Chamaespartium tridentatum* y otros arbustos propios del matorral atlántico.

El muestreo y la recolección de semillas de tortero se llevaron a cabo en la primera quincena de julio y de panasco en la última semana de julio del 2002.

Se delimitaron de tres a cinco parcelas de 20 x 10 metros, para cada tipo de hábitat y especie. Dentro de cada parcela se muestrearon de tres a cuatro cuadrados de 50 x 50 centímetros distribuidos aleatoriamente, en total, 10 cuadrados por ambiente y especie.

En cada cuadrado se estimó la cobertura; densidad, mediante recuento directo en las dos especies; y la producción neta de semillas (gramos de semillas por metro cuadrado). En panasco, esta última variable fue estimada cortando la biomasa reproductiva dentro de cada cuadrado. En el laboratorio, se separó la parte de la biomasa cortada de semillas y se pesó. En tortero, fue estimada multiplicando la densidad de plantas con panículas por la producción media de semillas por planta a partir de datos de Lorenzo (tesis de licenciatura, en realización).

En los mismos hábitats, simultáneamente al muestreo de parcelas, se realizó la recolección de semillas. Se llevó a cabo manualmente, mediante siega selectiva con hoz de haces de panículas de las plantas de ambas especies. La tarea fue desarrollada por un equipo de seis recolectores. Se registró para cada recolector, el tiempo dedicado y la cantidad recogida, tanto de biomasa reproductiva como de semillas. Fueron invertidas un total de 23 horas en la recolección de panasco y 86 horas en la recolección de tortero.

La biomasa reproductiva recolectada por persona se pesó en fresco en campo. En el laboratorio, con muestras de biomasa de cada recolector, se estimó su concentración de semillas en peso seco, pesando primero la muestra completa y después la biomasa de semillas aislada (conteniendo restos de raquis y glumas).

Se calculó la tasa de recolección para la biomasa reproductiva cortada (kilogramos de biomasa recolectada por hora), que expresa el rendimiento en la recolección por unidad de tiempo. Esta última se relacionó con los datos estimados de producción (número de semillas por unidad de superficie) en los lugares de recolección, obteniéndose la eficiencia de recolección, definida así: tasa de recolección/producción media.

El tratamiento de los datos se realizó mediante test estadístico LSD con una significación de $P<0,05$. Para la estimación de las variables cobertura, densidad y producción en cada hábitat y población, se consideró como unidad de análisis la parcela. Para la estimación de las variables de recolección, tasa de recolección, concentración de semillas en la biomasa reproductiva recolectada y eficiencia de la recolección, la unidad de análisis fue el recolector.

Resultados y discusión

Abundancia poblacional

No se observan diferencias de cobertura entre especies (Tabla 1). La densidad de plantas, es mayor en panasco que en tortero, casi el doble en el mismo hábitat.

Tanto la cobertura como la densidad no cambian en función del hábitat en tortero. En panasco, ambas poblaciones no se diferencian en cobertura, sin embargo, sí en la densidad de individuos, siendo ésta significativamente mayor en pinar quemado.

Tabla 1: Valores medios de abundancia poblacional en los hábitats en los que se llevó a cabo la recolección de semillas. Las letras distintas indican diferencias estadísticas significativas. Entre paréntesis se especifica el error estándar.

Especie	Ambiente	Cobertura (%)	Densidad (plantas/m^2)
Agrostis curtisii	Pinar quemado	52,1 (±1,3) a	42,5 (±1,3) a
	Matorral	44,4 (±1,4) a	23,4 (±1,1) b
Pseudarrhenatherum longifolium	Pinar	61,1 (±1,1) a	19 (±1,1) bc
	Matorral	44,9 (±1,1) a	12,8 (±1,1) c

Producción y eficiencia de recolección

La producción de semillas es excepcionalmente superior en panasco en el pinar quemado (Fig.1). En matorral es significativamente superior en tortero que en panasco, a pesar de que la densidad es significativamente mayor en ésta última (Tabla 1). Factores relativos a las estrategias reproductivas de cada especie, pueden ser la causa de estas diferencias. Algunos estudios han sugerido que el éxito en la colonización de un hábitat depende de un mecanismo de compensación entre el tamaño de las semillas y la cantidad de semillas producidas (Jakobsson y Eriksson, 1998, 2002).

En tortero la producción no varía entre hábitats. Ambas poblaciones no se diferencian en cobertura, pero sí en densidad, que es mayor en el pinar. Esto sugiere que las plantas de pinar son de menor tamaño que las de matorral. Posibles diferencias de producción debidas a la densidad poblacional, que harían esperar una mayor producción en pinar que en matorral, se compensarían con la producción de individuos de mayor tamaño en matorral. Esto no sorprende si se asume que la inversión reproductiva de una planta es proporcional a su biomasa total (Bazzaz *et al.*, 2000).

En panasco, la producción es 10 veces superior en pinar quemado que en matorral. La densidad varía en función del hábitat, por tanto, la producción tan elevada de pinar quemado puede deberse en parte a una mayor abundancia de individuos, pero también a una mayor producción de semillas por planta. Los efectos de los incendios en los ecosistemas forestales gallegos han sido ampliamente estudiados (Rabanal *et al.*, 1994), producen un aumento de los nutrientes en suelo que se traduce en un incremento en la biomasa aérea y radicular (Kutiel y Naveh, 1987). La densidad poblacional relativamente baja de plantas colonizadoras de áreas incendiadas, junto con la gran disponibilidad de nutrientes, conlleva una excelente producción de semillas, especialmente en especies herbáceas (Young y Young, 1999). La asignación de recursos a la reproducción depende de la variación prevista en el ambiente. En hábitats abiertos e inestables, condiciones típicas tras un incendio, la capacidad para producir numerosos descendientes es más importante para la eficacia biológica de una especie que su capacidad para competir con las especies vecinas (Fenner, 1987). Otros estudios demuestran que las condiciones excepcionales de disponibilidad de nutrientes en áreas incendiadas influyen positivamente en el tamaño de los individuos y producción de semillas de *A. curtisii* (Gray, 1988).

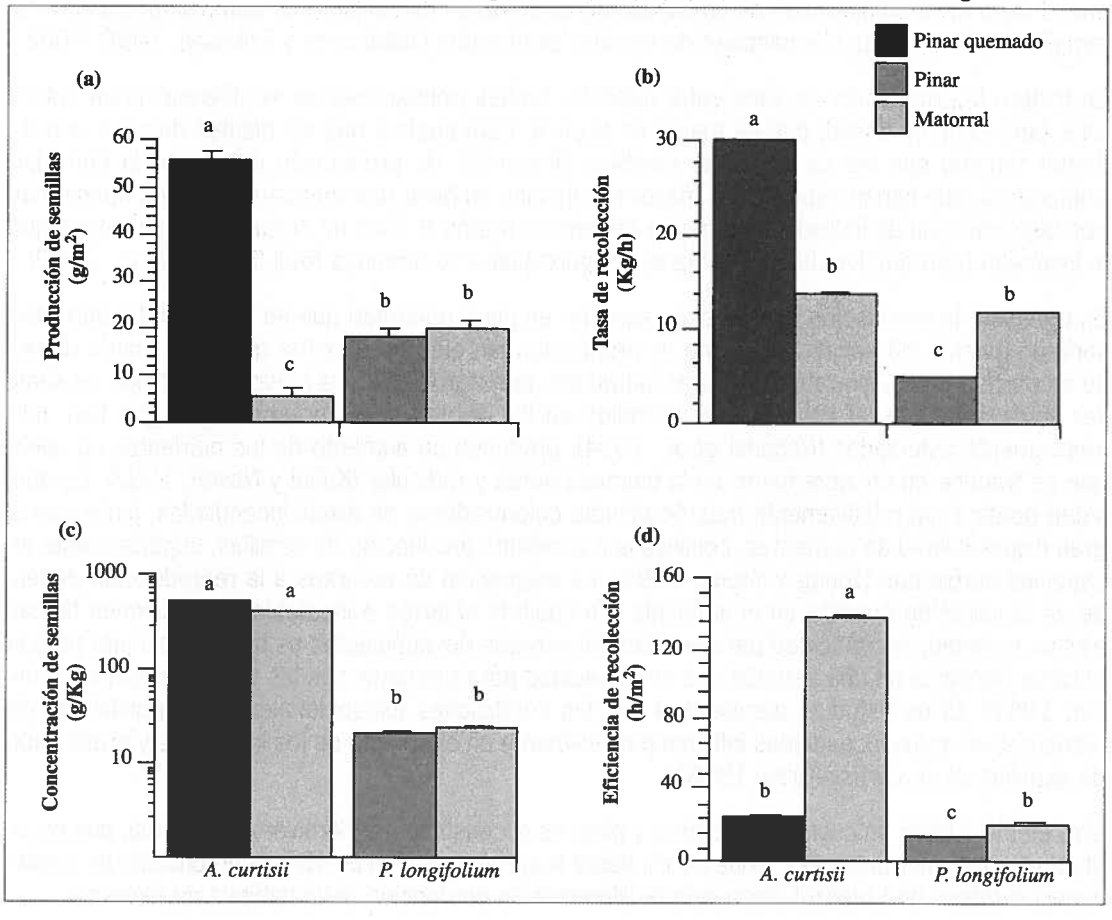
Otro efecto a tener en cuenta en matorral y pinar es el consumo por herbívoros (caballos), que no se observó en el pinar quemado, y que podría haber reducido hasta en un 40 % la producción de ambas especies (datos de Lorenzo) atenuando la diferencia de producción entre hábitats de panasco.

La tasa de recolección de panasco es significativamente superior en pinar quemado que en matorral (Fig. 1b). La elevada producción parece acelerar las labores de recolección. No obstante, esta diferencia es menor en la tasa de recolección que en la producción. La eficiencia de recolección es significativamente superior en matorral (Fig. 1d). Esto sugiere la existencia de un factor huma-

no que aumentaría la eficiencia de recolección donde la producción es menor (matorral): el esfuerzo relativo de recolección ha sido mayor en matorral que en pinar. La baja producción habría obligado a realizar un esfuerzo de selección de las zonas más productivas dentro del hábitat. Se compensa la baja producción y se cosecha en más superficie que en pinar quemado, aunque, dada la altísima producción en el pinar quemado, no se traduce en una mayor cantidad de semillas recolectadas. Esto se refleja de forma muy significativa en la tasa de recolección. La búsqueda de panículas en el hábitat con baja producción probablemente aumenta el tiempo de recolección, que tiene en cuenta el cálculo de esta variable.

La tasa de recolección de tortero es significativamente superior en matorral, sin embargo la producción no cambia. La presencia en pinar de especies de mayor porte (*Rubus* spp., *P. aquilinum*) dificultaría las labores de recolección. Esto no ocurre en panasco, debido a que el pinar sufrió una degradación de la estructura vegetal por el incendio. La eficiencia de recolección es mayor en el matorral, lo cual es de esperar, puesto que la tasa de recolección es significativamente superior mientras que la producción es la misma en los dos hábitats.

Figura 1: Valores medios de (a) producción de semillas en poblaciones de *Agrostis curtisii* de diferentes ambientes; (b) tasa de recolección de la biomasa reproductiva; (c) concentración de semillas en la biomasa reproductiva y (d) eficiencia de recolección (tasa de recolección/producción de semillas). Las letras distintas indican diferencias significativas; las barras verticales representan el error estándar (en algunos casos inapreciable); nótese en (c) la escala logarítmica.



La concentración de semillas en la biomasa recolectada, varía de forma muy significativa entre especies pero no entre los hábitats dentro de cada especie (Fig. 1c). Esto sugiere una uniformidad dentro de las poblaciones de cada especie en cuanto a la asignación relativa de recursos a las semillas, aunque la inversión total en biomasa reproductiva, incluyendo la fracción que no es

semillas es alrededor de 500 veces superior en panasco que en tortero. La tasa de recolección no presenta diferencias entre especies en el mismo hábitat (matorral). Este resultado sugiere que las características reproductivas propias de la especie no han tenido especial relevancia en el esfuerzo realizado por los recolectores.

La recolección manual varía con la especie, la abundancia poblacional, el estado de maduración de las semillas, y las aptitudes del recolector (Majerus, 1997).

Conclusiones

La viabilidad de recolección depende de factores ecológicos y técnicos.

Los factores ecológicos de tipo específico (concentración de semillas en la biomasa reproductiva), y poblacional (cobertura, producción y consumo por herbívoros) hacen más viable la recolección en panasco que en tortero.

Los factores técnicos son de tipo humano y probablemente dependen de procesos de aprendizaje y entrenamiento de los recolectores. La influencia de los factores humanos no es independiente de los factores ecológicos. Estos no se pueden cambiar pero los factores técnicos se pueden mejorar y adaptar, por ejemplo mediante su mecanización: la optimización de las técnicas de recolección puede mejorar la eficiencia de la recolección de semillas de gramíneas silvestres.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias a un contrato de la empresa Viveiros Adoa, S.L. en el marco del proyecto de I+D PGIDT01AGRO8E financiado por la Xunta de Galicia.

Bibliografía

BAZZAZ, F.A.; ACKERLY, D.D.; REEKIE, E.G., 2000. Reproductive allocation in plants. En: *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*, 1-29. Ed. M. FENNER, CAB International. Wallingford (Reino Unido).

BROWN, R.W.; AMACHER, M.C., 1997. Selecting plant species for ecological restoration: a perspective for land managers. En: *Revegetation with Native Species: Proceedings*, 1-16. Ed. L.K. HOLZWORTH.; R.W. BROWN, comps. 1999. Society of Ecological Restoration Annual Meeting; 1997. November 12-15. Florida (Estados Unidos).

FENNER, M., 1987. *Seed Ecology*. Chapman and Hall, 150 pp. Londres (Reino Unido).

GRAY, A.J., 1988. Demographic and genetic variation in a post-fire population of *Agrostis curtisii*. *Acta Oecologica*, **9 (1)**, 31-41.

GRAY, A.J., 2002. The evolutionary context: a species perspective. En: *Handbook of Ecological Restoration*, **1**, 66-80. Ed. M. R. PERROW, A.J. DAVY Cambridge University Press. Cambridge (Reino Unido).

JAKOBSSON, A.; ERIKSSON, O., 1998. Abundance, distribution and life histories of grassland plants: a comparative study of 81 species. *Journal of Ecology*, **86(6)**, 922-933.

JAKOBSSON, A.; ERIKSSON, O., 2002. A comparative study of seed number, size and recruitment in grassland plants. *Oikos*. **88(3)**, 494-502.

KLAPPE, E., 1987. *Manual de las gramíneas*. Ediciones Omega. 278 pp. Barcelona (España).

KUTIEL, P.; NAVEH, Z, 1987. The effect of fire on nutrients on nutrients in a pine forest soil. *Plant and Soil*, **104 (2)**, 267-274.

MAJERUS, M., 1997. Collection and production of indigenous plant material for national park restoration. En: *Revegetation with Native Species: proceedings*, 1-16. Ed. L.K. HOLZWORTH; R.W. BROWN, comps. 1999. Society of Ecological Restoration Annual Meeting; 1997 November, 12-15. Florida (Estados Unidos).

RABANAL, F.; CASAL, M.; TRABAUD, L., 1994. Effects of high temperature, ash and seed position in the inflorescence on the germination of three spanish grasses. *Journal of Vegetation Science*, **5 (3)**, 289-294. **7**

SCOTT, W.D., 2002. Praires. En: *Handbook of Ecological Restoration*, **1**, 66-80. Ed. M.R. PERROW; A.J. DAVY Cambridge University Press. Cambridge (Reino Unido).

YOUNG, S. A.; YOUNG C.G., 1999. *Collecting, procesing and germinating sedes of wildland plants.* Timber Press, 236 pp. Portland, Oregon (Estados Unidos).

SEED COLLECTION EFFICIENCY AND VIABILITY IN WILD POPULATIONS OF TWO GRASSES.

SUMMARY

Wild plant populations is a suitable seed source for succesfull restoration with native species. We studied wich ecological and technical factors are important for harvesting efficiency and viability of hand collection in four populations of two grasses, *Agrostis curtisii* and *Pseudarrhenatherum longifolium*. Results show that harvesting efficiency depends on ecological factors and the improvement of technical factors could increase collection efficiency in habitats with low seed yield.

Key words: *Agrostis curtisii, Pseudarrhenatherum longifolium*, seed collection, harvesting efficiency, seed yield.

EFECTOS ALELOPÁTICOS DE *LOLIUM RIGIDUM* GAUDIN EN TRES HERBÁCEAS PRATENSES

R.M. Canals y A. Arroyo

Dpto. Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra. Campus Arrosadia s/n. 31006 Pamplona (España).

Resumen

El objetivo de este trabajo es evaluar el potencial efecto alelopático de *Lolium rigidum* Gaud. sobre tres pratenses herbáceas –*Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*–. Se llevó a cabo un bioensayo en placas Petri determinando el efecto de los extractos acuosos de diferentes partes de *Lolium rigidum* –hojas, tallos y raíces– sobre la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas. Se observaron fenómenos alelopáticos sobre las tres especies testadas, que afectaron en mayor medida el crecimiento de sus plántulas. Los extractos aéreos influyeron significativamente en la asignación de recursos, inhibiendo intensamente el crecimiento radical y estimulando el desarrollo aéreo de las plántulas. Los efectos se manifestaron incluso a bajas concentraciones de extracto vegetal.

Palabras clave: raigrás anual, alelopatía, heterotoxicidad, alternativas forrajeras.

Introducción

En climás áridos y semiáridos, el establecimiento de rotaciones forrajeras para su aprovechamiento extensivo supone una prometedora alternativa a las rotaciones cerealistas y establece la base de una ganadería sostenible (Medrano *et al.*, 1998). En estas áreas de escasa producción vegetal los sistemas extensivos son los más rentables y la siembra de cultivos forrajeros permite complementar y flexibilizar el calendario alimentario, evitando un excesivo uso de los recursos naturales que bien por sobrepastoreo o por aprovechamiento en épocas inadecuadas sufren una importante degradación, de complicada recuperación. Las rotaciones forrajeras más interesantes en estas zonas son aquellas que permiten disponer de forma continuada de una cubierta pastable con un bajo grado de intervención, por las ventajas económicas y medioambientales que ello supone, tendiendo a sistemas de mínimo/no laboreo y a cultivos plurianuales.

Dentro de las gramíneas, el raigrás anual (*Lolium rigidum* Gaud.) es una de las pratenses más interesantes para el establecimiento de praderas en estos climas. Se trata de una especie anual, productiva, con buena adaptación a la sequía y con una gran capacidad de autoresiembra (Anson *et al.*, 1997). A pesar de su interés, el cultivo del raigrás anual presenta algunos problemas, como es la escasa persistencia del cultivo a partir del tercer año (Delgado, *com. pers.*). Recientes estudios demuestran la producción de compuestos alelopáticos por el raigrás, que podrían ocasionar fenómenos de autotoxicidad (Arroyo, 2002). Estos compuestos también podrían desencadenar heterotoxicidades, afectando la germinación y/o el desarrollo de las especies pratenses sembradas en mezcla o en alternancia con el raigrás anual.

En el caso de las rotaciones con sistemas de mínimo o no laboreo –dónde los residuos vegetales del cultivo anterior permanencen en el suelo–, y con cultivos plurianuales –en que deben garanti-

zarse unos mínimos niveles de persistencia y producción en los años que dura el cultivo–, el papel que desempeña la alelopatía, si la hubiere, puede llegar a ser primordial. El objetivo de este trabajo es determinar si existen efectos alelopáticos del raigrás anual sobre otras pratenses herbáceas. En concreto se evalúa el efecto de extractos vegetales de raíces, hojas y tallos de raigrás anual sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas de dos gramíneas –*Lolium multiflorum*, congénere, y *Dactylis glomerata*– y de una leguminosa pratense –*Medicago sativa*–.

Material y métodos

El material vegetal utilizado fué raigrás anual (*Lolium rigidum* cv. 'Wimmera'), raigrás italiano (*Lolium multiflorum* cv. 'Zenith'), dactilo (*Dactylis glomerata* cv. 'Amba') y alfalfa (*Medicago sativa* cv. 'Triade'). Se estudió la respuesta de las plantas mediante bioensayos en placas Petri regadas con diferentes tipos y concentraciones de extractos acuosos de raigrás anual.

Para la obtención de los extractos hidrosolubles se llevó a cabo un cultivo en macetas. Al inicio del espigado del raigrás anual se cortaron y separaron sus raíces, hojas y tallos, y se liofilizaron. Las muestras liofilizadas fueron molturadas y disueltas en agua destilada hasta la concentración de 3,4 g/l para los tallos y hasta las concentraciones de 3,4 y 10 g/l para las hojas y raíces. Estas concentraciones siguen la línea de otros trabajos similares (Smith y Martin, 1994) y la diferencia entre concentraciones, del orden de tres, se considera suficiente para simular una baja concentración de lixiviados y una alta. Los potenciales osmóticos de las disoluciones estuvieron en todos los casos alejados de los 100 $mOsm.kg^{-1}$, umbral a partir del cual el potencial osmótico puede influir negativamente en la germinación y confundir los resultados (Smith y Martin, 1994).

El ensayo de germinación se llevó a cabo en una cámara bajo condiciones controladas, con un fotoperiodo de 12 horas de luz, una intensidad lumínica de 60-70 $\mu E.m^{-2}s^{-1}$ PAR y una temperatura de 20ºC. Se dispusieron 15 semillas esterilizadas sobre un papel de filtro en un total de 180 placas Petri –60 placas por especie vegetal–, y se regaron con 5 ml de extracto de diferente origen y concentración (3,4 g/l de raíz, hojas y tallos, 10 g/l de raíz y hojas, y control con agua destilada). El número de placas por nivel de factor fue de 10. Las placas se mantuvieron cerradas hasta el inicio de la germinación, que varió entre especies. Se anotó el número de semillas germinadas por placa y la fecha de germinación durante un periodo de dos semanas, obteniendo el porcentaje de germinación final y la velocidad de germinación (número de semillas germinadas dividido por el número de días desde el inicio del experimento) Las mediciones de longitud radical y áerea (coleóptilo en gramíneas e hipocotilo en la leguminosa) se realizaron a un determinado número de días desde la germinación, dependiendo del ritmo de crecimiento de cada especie. Los datos obtenidos fueron tratados estadísticamente para cada especie mediante ANOVAs y pruebas *pos hoc* (Mínima Diferencia Significativa).

Resultados

Los extractos aéreos del raigrás anual presentaron efectos alelopáticos sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas de las especies testadas. Los extractos aéreos disminuyeron significativamente la velocidad de germinación del dactilo y de la alfalfa respecto al tratamiento control ($p<0.05$), aunque no se vió afectado significativamente el número final de semillas germinadas (Figura 1). Respecto al crecimiento de las plántulas, los extractos aéreos inhibieron significativamente el crecimiento radical (menor longitud de las raíces) y estimularon el desarrollo aéreo de las tres especies testadas (Figura 2). Por término medio, los extractos aéreos estimularon en un 18 %, 19 % y 9 % la elongación de las partes aéreas e inhibieron en un 48 %, 36 % y 54 % la elongación de las raíces de raigrás italiano, dactilo y alfalfa respectivamente (porcentajes referidos al tratamiento control). No se observó un efecto diferente en función del origen del extracto –hojas o tallos–.

Los extractos radicales de raigrás anual no presentaron efectos significativos en la germinación y sus efectos en el desarrollo de las plántulas variaron según la especie: en la alfalfa se observó una

significativa inhibición del desarrollo radical (30 %) pero el desarrollo aéreo no se estimuló (Figura 2). En el raigrás italiano se estimuló el desarrollo aéreo (12 %) pero no se vió afectado significativamente el crecimiento radical. En el dactilo se observó una estimulación tanto del desarrollo aéreo (23 %) como radical (10 %).

Figura 1: Efectos de los lixiviados aéreos de *Lolium rigidum* sobre los porcentajes de germinación de las tres especies testadas.

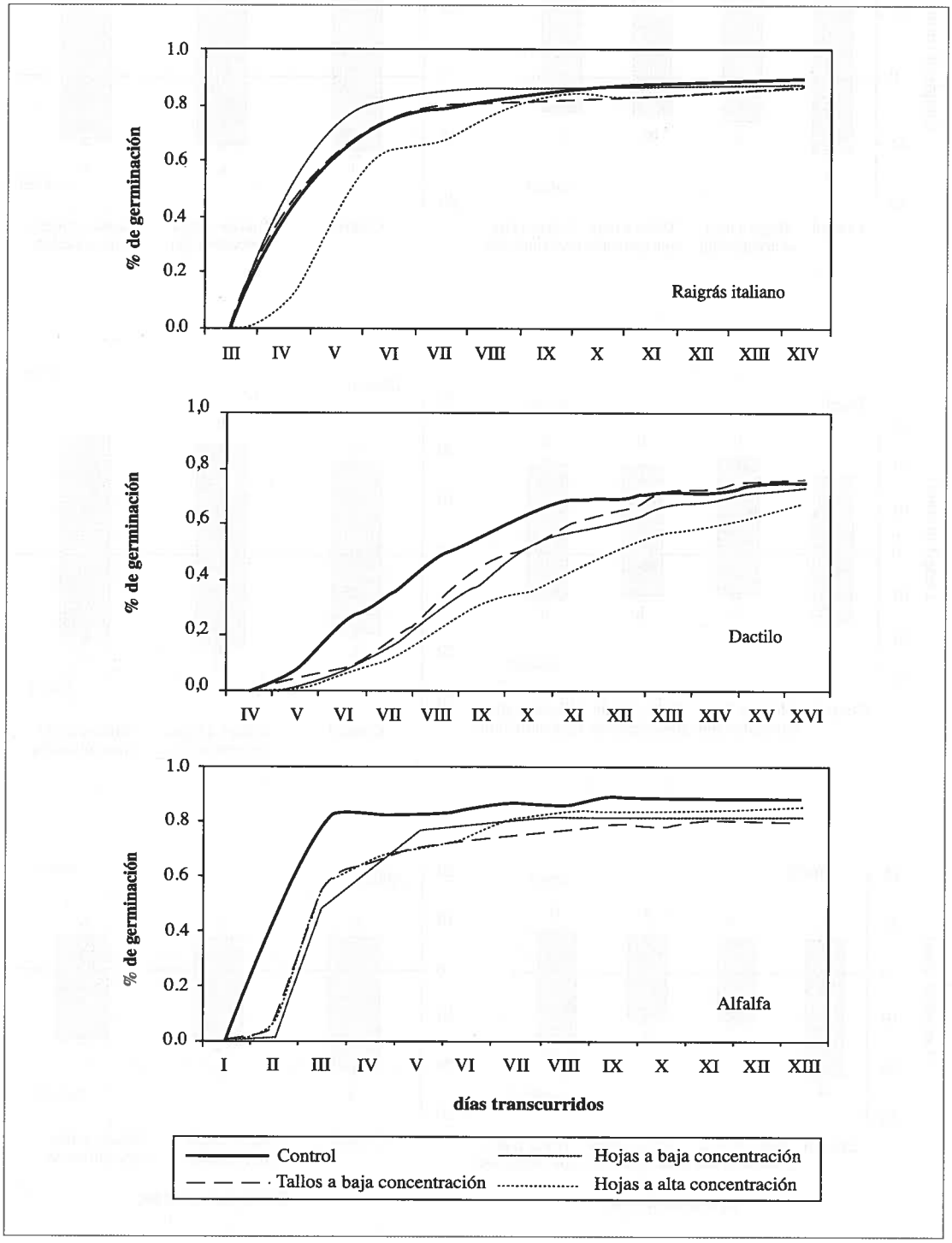
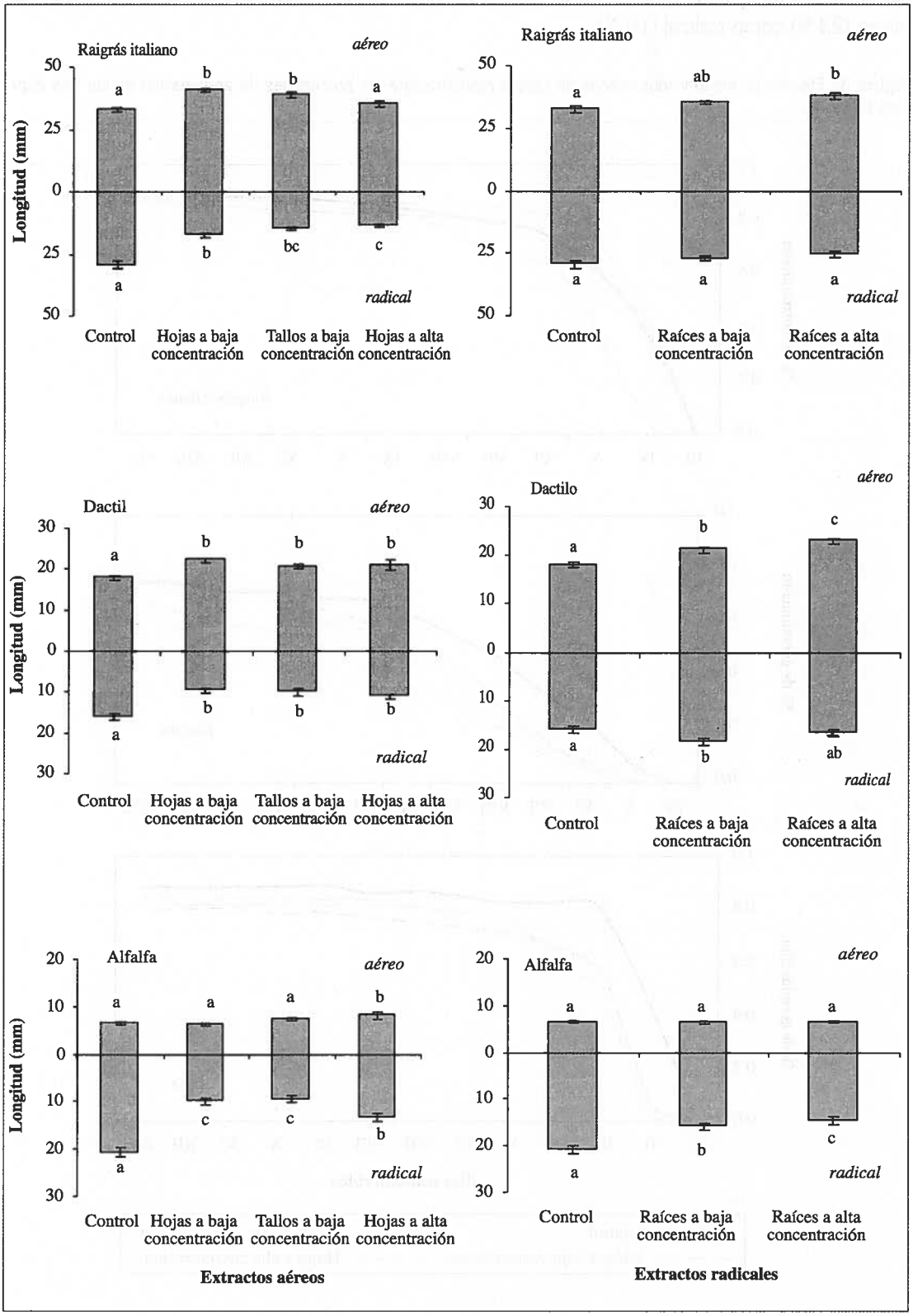


Figura 2: Efectos de los lixiviados aéreos y radicales de *Lolium rigidum* sobre la elongación de la raíz y del coleóptilo (en gramíneas) y el hipocotilo (en la leguminosa) de las especies testadas. Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05).



Discusión

Este bioensayo demuestra el potencial alelopático del raigrás anual sobre otras especies de interés pratense. Tal como apuntan otros autores (Smith, 1991), los efectos alelopáticos afectan en mayor medida al crecimiento de las plántulas que a la germinación de las semillas.

Los extractos aéreos del raigrás anual estimularon el desarrollo aéreo e inhibieron el desarrollo radical de las especies testadas. Este resultado es especialmente relevante en dos aspectos. Por un lado el mismo patrón de respuesta se repite en las tres especies, de diferente naturaleza y condición. Por otro lado, la mayoría de estudios sobre alelopatía demuestran efectos inhibidores tanto en el desarrollo aéreo como radical (Rice, 1995), pero pocos señalan un cambio en la asignación de recursos en la plántula y una estimulación del desarrollo aéreo. En este sentido hemos encontrado el trabajo de Ito *et al.* (1981) que indica que los extractos acuosos de raigrás italiano también incrementan la relación parte aérea/parte radical en plántulas de otras especies. Cabría analizar si estas dos especies de *Lolium* sintetizan los mismos tipos de compuestos aleloquímicos.

Dado que las especies objeto de estudio se cultivan frecuentemente en climas mediterráneos, el efecto de los lixiviados aéreos, inhibiendo el desarrollo radical de las especies en sus primeros estadíos, ocasionaría una disminución de su capacidad competitiva por el recurso de medio más limitante, el agua. Ello puede suponer una difícil implantación de estas pratenses en años secos, debido a los efectos negativos del raigrás anual sobre su desarrollo radicular.

A diferencia de otros autores (Smith, 1991) no se observa que los tallos tengan un mayor efecto alelopático que las hojas. Tampoco se observa en todos los casos una efecto alelopático más intenso al aumentar las concentraciones del extracto. Según nuestras estimaciones, las concentraciones más bajas de extracto (3,4 g /l) corresponderían a un residuo vegetal en campo de 425 kg ms/ha y las concentraciones más elevadas (10g / l) a un residuo tres veces mayor, de 1250 kg ms/ha. Los resultados sugieren que el manejo del pasto en campo para dejar una mayor/menor cantidad de residuo vegetal no parece ser muy relevante a nivel de efectos alelopáticos, y que probablemente otros técnicas agronómicas (fertilización N, siembra de diferentes cultivares, Luu *et al.*, 1982) o simplemente dejar suficiente tiempo de reposo para permitir la degradación de los compuestos alelopáticos activos (observado en paja de trigo, Lynch y Elliott, 1983, Thorne *et al.*, 1990) pueden resultar más efectivas.

Finalmente, cabe indicar que aunque la realización de este bioensayo en placas Petri ha permitido evitar el factor competencia entre especies y los posibles efectos de la fauna del suelo, entre otros, resulta necesario diseñar nuevos experimentos para poder determinar la importancia de estos fenómenos en condiciones reales de campo.

Agradecimientos

Para la realización de este proyecto se dispuso de una ayuda del Gobierno de Navarra (Resolución 92/2002, de14 de mayo, del Director General de Universidades y Política Lingüística). Los autores agradecen la colaboración del Dr. Ignacio Delgado que alentó la relación de dicho estudio y cedió las semillas de raigrás anual. SENASA aportó el resto de material vegetal. También agradecemos la intervención de diversos profesores y becarios de la Universidad Pública de Navarra que ayudaron en diferentes fases de este proyecto.

Referencias bibliográficas

ANSON, S.; DELGADO, I.; MUÑOZ, F., 1997. Evaluación de la productividad de *Lolium rigidum* Gaud. *Pastos*, **27**,165-176.

ARROYO, A., 2002. Fenómenos alelopáticos en *Lolium rigidum* Gaud. UPNA, Pamplona.

GILL, G. S. 1996. Why annual ryegrass is a problem in Australian agriculture. *Plant Protection Quarterly*, **11**,193-195.

ITO, M., MATSUSHITA, Y.; UMEKI, Y.; UEKI, K., 1981. Determination of physiological effects of grass mulch in orchards: Bioassay of leachates from weed residues. *Weed Research*, **26**, 221-227.

LUU, K. T.; MATCHES, A.G.; PETERS, E. J., 1982. Allelopathic effects of tall fescue on birdsfoot trefoil as infuenced by N fertilization and seasonal changes. *Agronomy Journal*, **74**, 805-808.

LYNCH, J. M.; ELLIOTT, L. F., 1983. Minimizing the potential phytotoxicity of wheat straw by microbial degradation. *Soil Biology and Biochemistry*, **15**, 221-222.

MEDRANO, H.; CHAVES, M. M.; PORQUEDDU, C.; CAREDDA, S., 1998. Improving forage crops for semi-arid areas. *Outlook on agriculture*, **27**, 89-94.

RICE, E. L., 1995. *Biological control of weeds and plant deseases. Advances in applied allelopathy*. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma.

SMITH, A. E., 1991. The potential importance of allelopathy in the pasture ecosystem: a review. *Advances in Agronomy*, **1**, 27-37.

SMITH, A. E.; MARTIN, L. D., 1994. Allelopathic characteristics of three cool-season grass species in the forage ecosystem. *Agronomy Journal*, **86**, 243-246.

THORNE, R. L. Z.; WALLER, G. R.; McPHERSON, J. K.; KRENZER, E. G., YOUNG, C. C., 1990. Autotoxic effects of old and new wheat straw in conventional-tillage and no-tillage wheat soil. *Botanical Bulletin Academy Sinica*, **31**, 35-49.

ALLELOPATHIC EFFECTS OF *LOLIUM RIGIDUM* ON THREE FORAGE CROPS

SUMMARY

The aim of this study is to evaluate potential allelophaties of *Lolium rigidum* Gaud. on *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa*. A bioassay is done, placing seeds of target species in Petri dishes and watering them with aqueous-tissue extracts of leaves, stems and roots of *Lolium rigidum*. We observed allelopathic effects on both germination and seedling development. Aerial tissue extracts increased significantly the shoot/root ratio of the target species, inhibiting root elongation and estimulating aerial growth. Effects are observed even at low extract concentrations of *Lolium rigidum*.

Keywords: annual ryegrass, allelopathy, heterotoxicity, forage crop rotations.

EFECTO DE DOS FACTORES AMBIENTALES EN LA GERMINACIÓN DE TRES ESPECIES DE GRAMÍNEAS EN EL SOTOBOSQUE DE *ELAEAGNUS ANGUSTIFOLIA* L.

J. Corona, M. Girón, M.E. Pérez Corona y F. Bermúdez de Castro

Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad Complutense. 28040 Madrid.

Resumen

En este trabajo se estudió el efecto de la intensidad lumínica y del extracto de la hojas de *Elaeagnus angustifolia* L. sobre la germinación de *Elymus pungens* (Pers.) Melderis, *Hordeum murinum* L. y *Bromus sterilis* L., especies de gramíneas abundantes en el sotobosque de *Elaeagnus angustifolia* L., en Valdemoro (Madrid). Las tres especies mostraron diferencias significativas en la tasa de germinación, encontrado que *B. sterilis* presenta una alta tasa de germinación en luz (75 %), mientras que *H. murinum* y *E. pungens*, alcanzan sus valores más altos de germinación en oscuridad (80 % y 60 % respectivamente). El extracto de *E. angustifolia* afectó también significativamente al porcentaje de germinación, disminuyendo y retardando la germinación de las semillas de *H. murinum* y *B. sterilis*, mientras que la inhibición de la germinación en las semillas de *E. pungens* fue ostensiblemente inferior. Por lo tanto la presencia de las especies de gramíneas en el sotobosque puede estar condicionada por la presencia de la especie arbórea.

Palabras clave: Alelopatía, competencia, especies invasoras, herbáceas.

Introducción

Las condiciones para que se lleve a cabo la germinación de la semilla vienen determinadas por distintos valores de los factores ambientales. Entre los principales factores ecológicos externos que influyen en la germinación se encuentran: la luz y las sustancias químicas presentes en el suelo (Baskin y Baskin, 1988).

Las semillas pueden percibir cambios en el espectro de radiación, intensidad, periodicidad y dirección de la luz, acomodando su comportamiento desde su germinación. En el caso de la respuesta a la luz en semillas de especies herbáceas, en especial las gramíneas, se ha encontrado que la mayoría presenta un alto porcentaje de germinación en luz, aunque algunas especies son indiferentes a su presencia o ausencia (Baskin y Baskin, 1988).

Otro factor que interviene en la germinación de las semillas son las sustancias químicas presentes en el suelo (Williamson, 1990). Cuando estos compuestos químicos son producidos por alguna planta presente en la vegetación y su efecto es perjudicial para otras plantas o especies, se dice que estas sustancias son alelopáticas (Karssen y Hilhosrt, 1992). Estos compuestos químicos pueden tener un efecto inhibitorio sobre la germinación y crecimiento de otras especies (Rice, 1984).

E. angustifolia es una especie reconocida por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico permitiendo con ésto la recuperación suelos degradados (Schmitz *et al.*, 1990). En el caso del Bosquete

en Valdemoro se ha visto, que esta especie arbórea, introducida y naturalizada, es capaz de colonizar suelos salinos, permitiendo la formación de un sotobosque y favoreciendo la germinación, establecimiento y crecimiento de especies herbáceas, algunas de valor pastoril, como *B. sterilis* y *H. murinum*, especies aprovechadas ocasionalmente por el ganado (González, 1986).

La observación de la distribución de las especies en el campo permitió establecer la hipótesis de que la presencia de *E. angustifolia* influía en la tasa de germinación de especies comunes en el sotobosque. Por otra parte se ha observado que probablemente las hojas de *E. angustifolia* contengan sustancias químicas que afecten a la germinación de las especies acompañantes. El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la luz en la germinación de tres especies de gramíneas abundantes del bosquete, analizando a la vez el posible efecto alelopático del extracto de sus hojas en la germinación de: *E. pungens* (Pers.) Melderis, *H. murinum* L. y *B. sterilis* L.

Material y métodos

Área de estudio

Las semillas de las especies herbáceas con las que se realizó este estudio se recolectaron en un bosquete de *Elaeagnus angustifolia* L. situado en Valdemoro (40º 11´50´´ N y 3º 39´W). El clima de la zona es mediterráneo. Su suelo es Solonchack, yesoso, gley alcalino, muy rico en sulfato cálcico y con gran concentración de sales solubles (Ron, 1971). El bosquete se encuentra sobre una pradera juncal salina mediterránea que pertenece a la clase *Juncetea maritimi* Br-Bl, cuya vegetación está constituida por un estrato herbáceo bien desarrollado y elementos arbóreos. Entre las especies herbáceas características se encuentran: *Elymus pungens* (Pers.) Melderis, *Hordeum murinum* L., *Bromus sterilis* L. y *Juncus maritimus* Lam.

En este trabajo se realizaron dos experimentos para determinar el efecto de la luz y el extracto de las hojas de *E. angustifolia* sobre la germinación de semillas de *E. pungens* (Pers.) Melderis, *H. murinum* L. y *B. sterilis* L. Ambas pruebas se realizaron en condiciones de laboratorio.

Experimento 1. Efecto de la luz

El efecto de la luz sobre la germinación se estudió mediante un experimento en el laboratorio con dos tratamientos: 1) luz (con fotoperíodo natural) y 2) oscuridad. Las semillas utilizadas se recolectaron a partir de 10 madres seleccionadas al azar en junio de 2001, y se dejaron secar a temperatura ambiente durante dos semanas. Tras esto, las semillas se conservaron a 4º C en frascos de cristal con algodón, cerrados herméticamente, durante tres meses hasta el inicio del experimento. Las semillas utilizadas en el experimento se eligieron al azar de entre las recolectadas, descartando las vanas.

La germinación se llevó a cabo en placas de Petri de 10 cm de diámetro con doble papel filtro humedecido con agua destilada. Antes de la siembra se dejaron embeber las semillas en agua destilada a 70 ºC durante 12 hrs. con el fin de romper su dormacia. Para cada una de las especies se utilizaron tres replicas con 25 semillas cada una, registrándose el porcentaje de germinación al cabo de 30 días. El experimento se llevo a cabo en condiciones de laboratorio a 18 ºC.

Experimento 2. Efecto del extracto de las hojas de *E. angustifolia*

El efecto del extracto de hojas de *E. angustifolia* sobre la germinación, se analizó con semillas recolectadas en junio de 2002, siguiendo el mismo protocolo de almacenamiento y siembra que el experimento anterior.

El extracto utilizado se elaboró con brotes de hojas de *E. angustifolia* cortados en piezas de 1 cm de largo. De este material, 100 g se colocaron en 500 ml de agua destilada a 22 ºC durante 24 hrs. El extracto obtenido se filtró en condición estériles con papel filtro de poro 0.22 μm (MILLIPORE). Este filtrado fue considerado como el extracto al 100 %. Las concentraciones del 15 % y 50 % se obtuvieron por dilución con agua destilada (Kyeong y Maun, 1997). A cada replica se le añadió 3 ml de extracto.

Se realizaron tres réplicas de 25 semillas por especie para cada concentración. Las semillas empleadas fueron desinfectadas previamente, con $NaHCl_3$ al 3 %. La siembra se realizó en condiciones estériles. Los tratamientos lumínicos consistieron en: un fotoperíodo de luz de 12 hrs. con intensidad luminosa de 2500 lux y otro de oscuridad continua. La temperatura fue de 25 ºC y la humedad relativa de 65 %. A los 30 días se registró el número de semillas germinadas.

Se realizaron análisis de varianza y el test de LSD (STATISTICA) para determinar si existían diferencias significativas en los porcentajes de germinación en cada caso y las diferencias entre medias respectivamente.

Resultados y discusión

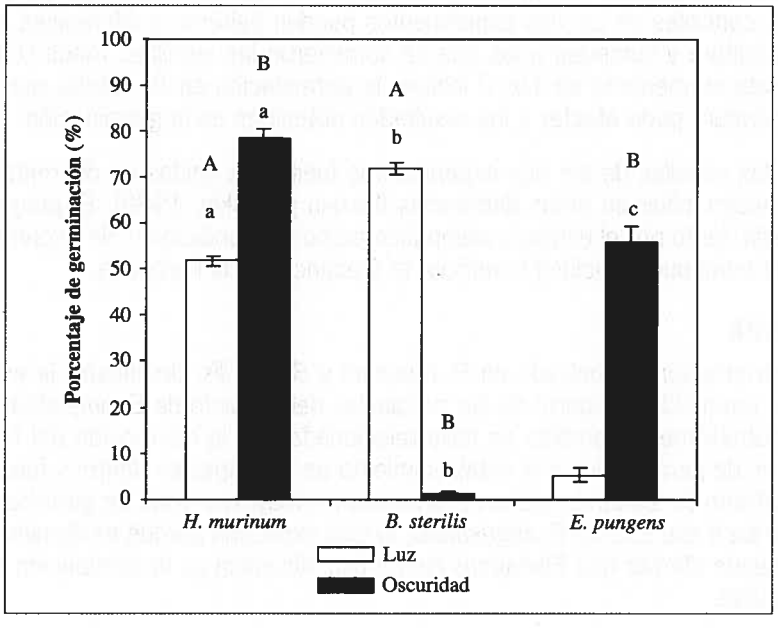
En el experimento 1, los análisis de varianza muestran que existían diferencias significativas en la tasa de germinación entre especies y la interacción ($p<0,001$, Tabla 1), pero no encontró diferencias significativas ante el factor luz. Con el análisis LSD se demostró que existían diferencias significativas en el tratamiento luz para las tres especies siendo éstas de distinto signo (Fig. 1).

Tabla 1: Análisis de varianza del efecto de la especie y luz en la tasa de germinación de las semillas de *H. murinum*, *B. sterilis* y *E. pungens*. (g.l. = grados de libertad. F = Estadístico de contraste. P = nivel de significación).

Factor	gl	F	P
Especie	2	32,18056	<0,0001
Luz	1	0,34722	0,5666
Especie y luz	2	96,76389	<0,0001

En este sentido, la germinación de *B. sterilis* alcanzó porcentajes mayores del 70 % en el tratamiento de luz, mientras que en oscuridad la tasa de germinación disminuye al 3 % (Fig. 1). En cuanto a *H. murinum* y *E. pungens*, presentaron un comportamiento inverso a la especie anterior, ya que la oscuridad estimula la tasa de germinación, encontrando porcentajes mayores al 50 % (Fig. 1).

Figura 1: Porcentaje de germinación (media±ES) en las tres especies de gramíneas estudiadas. Con letra minúscula se indican las diferencias (LSD) entre especies en cada tratamiento, y con mayúscula se indican las diferencias entre tratamientos para las especies.



En el experimento dos, se encontraron efectos significativos de la adición del extracto de las hojas en la germinación en las semillas de las tres especies con respecto al control (Tabla 2), existiendo a la vez un efecto significativo ($p<0.001$) de la interacción de la luz x el extracto y luz x especie en el porcentaje de germinación de las especies (Tabla 2).

En el control *H. murinum* germinó con porcentajes alrededor de 30% tanto en luz como oscuridad. Sin embargo, al agregar el extracto de *E. angustifolia*, observamos que la tasa de germinación disminuyó hasta alcanzar un 0 % en luz y 5 % en oscuridad en concentraciones al 100 %, encontrando por lo tanto un efecto inhibitorio en la germinación (Fig. 2). *B. sterilis*, mostró porcentajes similares de germinación en los controles de luz y oscuridad (de 38 % y 45 % respectivamente), los cuales fueron disminuyendo con la adición del extracto de *E. angustifolia*, obteniéndose valores cercanos al 0 % en luz y un 18 % en obscuridad (Fig. 2). Finalmente *E. pungens* presentó valores de germinación muy superiores (90 %), sin diferencias en los controles para los dos tratamientos de luz. El extracto de *E. angustifolia* al 100 % inhibió la germinación pero en menor medida que en las otras dos especies, encontrando valores de germinación en *E. pungens* de 80 % y 50 % en luz y oscuridad respectivamente.

Tabla 2: Análisis de varianza para la germinación de *H. murinum*, *B. sterilis* y *E. pungens*, considerando la especie, luz y extracto como factores (g.l. = grados de libertad. F = Estadístico de contraste. P = nivel de significación).

Factor	gl	F	P
Especie	2	183,1311	0,0000
Luz	1	0,5764	0,4514
Extracto	3	20,8626	0,0000
Especie y luz	2	11,2147	0,0001
Especie y extracto	6	1,8842	0,0028
Luz y extracto	3	0,6993	0,5570
Especie, extracto y luz	6	0,6691	0,6749

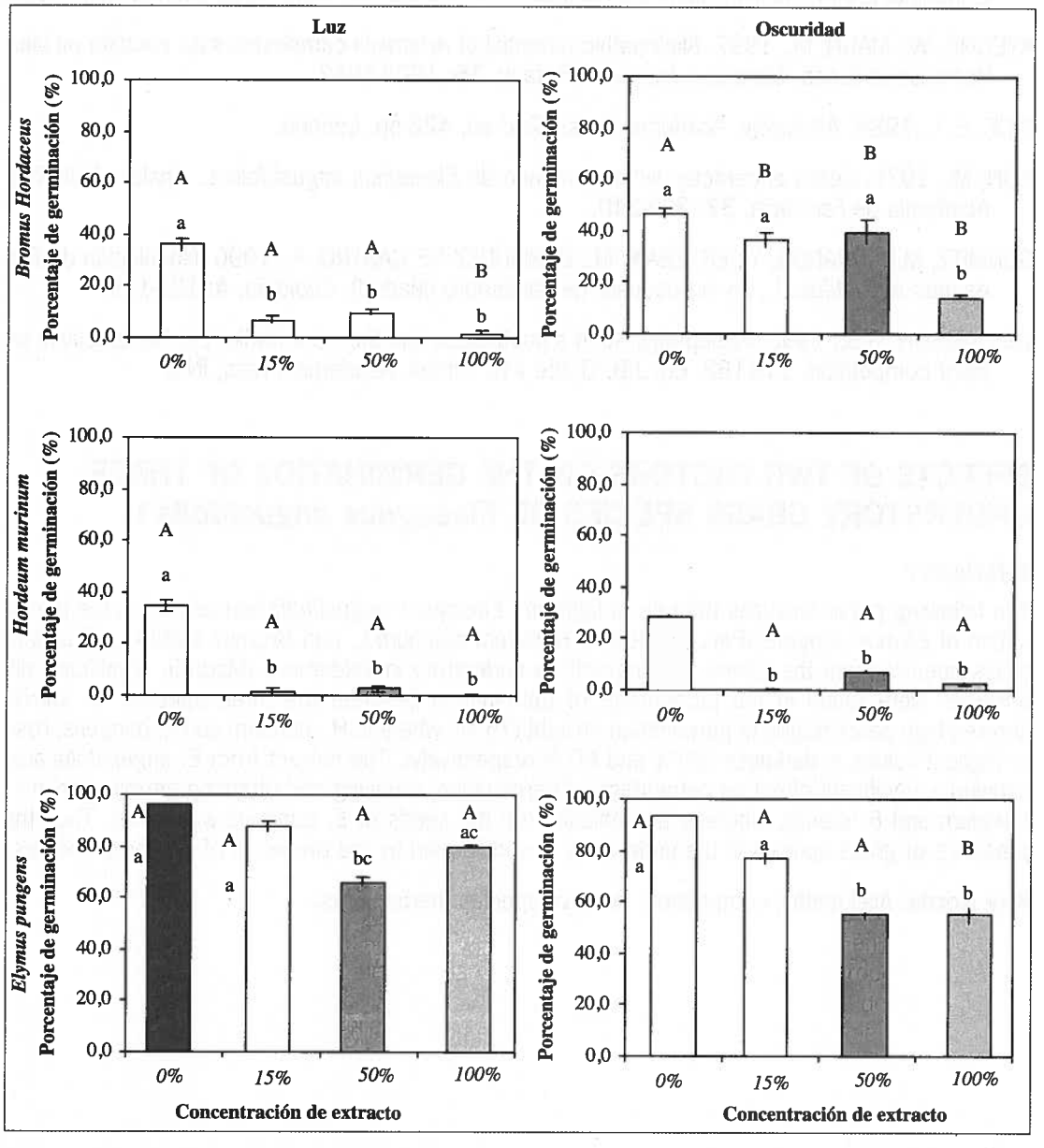
El patrón de germinación mostrado por *H. murinum* y *B. sterilis* demuestra un posible efecto de las sustancias producidas por las hojas de *E. angustifolia* (Fig. 2), por lo que su desarrollo en el bosquete estará condicionado por la presencia del árbol. Las diferencias del porcentaje de germinación en los controles de los dos experimentos pueden deberse a diferencias en las variaciones de la temperatura y humedad a las que se sometieron las semillas. Hilton (1984), encontró que las temperaturas menores de 15º C inhiben la germinación en *B. sterilis*, por lo que la diferencia de temperatura pudo afectar a los resultados obtenidos en la germinación.

Por otra parte las semillas de los dos experimentos fueron recogidas en diferentes años, factor que también pueden influir en estas diferencias (Baskin y Baskin, 1988). *E. pungens* parece no verse perjudicada, tanto por el extracto alelopático como las condiciones de oscuridad, por lo que la presencia del árbol puede incluso beneficiar la presencia de la herbácea.

Conclusiones

El patrón de germinación encontrado en *H. murinum* y *B. sterilis*, demuestra la existencia de un efecto inhibidor producido por parte de las sustancias del extracto de *E. angustifolia*. La respuesta inhibitoria probablemente también se halla relacionada con la interacción del factor luz, afectando a las tasas de germinación y al establecimiento de las especies dentro y fuera del dosel. *E. pungens*, al contrario de las otras especies, presentó las mayores tasas de germinación en ambos tratamientos de luz y extracto de *E. angustifolia*, lo cual explicaría porqué es dominante en la zona. Por lo que se puede afirmar que *Elaeagnus* ejerce una influencia en la distribución de estas especies en el Bosquete.

Figura 2: Porcentajes de germinación de las tres especies en condiciones de luz y oscuridad y la adición del extracto de *Elaeagnus angustifolia* a diferentes concentraciones (0 %, 15 %, 50 % y 100 %).



Referencias bibliográficas

BASKIN, C; BASKIN, M., 1988. *Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination.* Academic Press, 666 pp. U.S.A.

GONZÁLEZ, B.F., 1986. *Gramíneas pratenses de Madrid.* Comunidad de Madrid, 263 pp. España.

HILTON, J.R., 1984. the influence of temperature and moisture status on the photoinhibition of seed germination in *Bromus sterilis* L. by far-red absorbing from of phytocrome . En: *Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination.* 666. Ed. Baskin y Baskin, M.. Academic Press U.S.A.

KARSSEN, C.M; HILHORST, H., 1992. Effect of chemical environment on seed germination. En: *The ecology of regeneration in plant communities*. 327-348. Ed. M. Fenner. LAB. International. U.S.A.

KYEONG, W.; MAUN, M., 1997. Allelopathic potential of *Artemisia campestris* ssp. caudata on lake Huron sand dunes. *Canadian Journal of Botany*, **75**: 1903-1912.

RICE, E. L.,1984. *Allelopaty*. Academic Press, 2nd ed. 422 pp. London.

RON, M., 1971. Sobre el carácter subesponténeo de *Elaeagnus angustifolia* L. *Anales de la Real Academia de Farmacia*, **37**: 229-240.

SCHMITZ, M,F.; ARANDA, Y.; ESTEBAN, M.; BERMÚDEZ DE CASTRO, F., 1990. Nodulación de *Elaeagnus angustifolia* L. En el bosquete de Valdemoro (Madrid). *Ecología*, **4**: 121-129.

WILLIAMSON, G.B., 1990. Allelopathy, Koch´s postulates, and the neck riddle. En: *Perspectives on plant competition*. 143-162. Ed. J.B. Grace y D. Tilman. Academic Press, INC.

EFFECTS OF TWO FACTORS ON THE GERMINATIOS OF THREE UNDERSTORY GRASS SPECIES OF *Elaeagnus angustifolia* L.

SUMMARY

The following paper analyzes the role of light and *Elaeagnus angustifolia* leaf extract in the germination of *Elymus pungens* (Pers.) Melderis, *Hordeum murinum* L, and *Bromus sterilis* L, abundant grass species from the *Elaeagnus angustifolia* understory in Valdemoro (Madrid). Significant differences were found in the percentage of germination between the three species. *B. sterilis* showed high percentages of germination on light (75 %), whereas *H. murinum* and *E. pungens*, rose to highest values in darkness (80 % and 60 % respectively). The extract from *E. angustifolia* also showed a significant effect on percentage of germination, reducing and retarding germination in *H. murinum* and *B. sterilis*, whereas the inhibition on the seeds of *E. pungens* was lower. Thus the presence of grass species in the understory is conditioned by the presence of the three species.

Key words: Allelopathy, competition, invasive species, herbaceous.

EFECTO DE LA LUZ SOBRE ECOTIPOS DE *Agrostis curtisii*: REPARTO DE BIOMASA, PLASTICIDAD MORFOLÓGICA Y APTITUDES PARA RESTAURACIÓN AMBIENTAL

J. Durán, R. Navia y J. Montalvo

Laboratorio de Ecología Aplicada. Departamento de Ecología y Biología Animal. Facultad de Ciencias. Universidad de Vigo. As Lagoas-Marcosende, 36200 Vigo, (Pontevedra).

Resumen

Se estudió el efecto del déficit de luz sobre el crecimiento, reparto de biomasa y morfología de dos ecotipos de *Agrostis curtisii*. Se cultivaron semillas de poblaciones silvestres de dos hábitats diferentes (ecotipo castrexa y ecotipo enxoita) bajo condiciones controladas y distintos niveles de atenuación lumínica. El objetivo es conocer el comportamiento de cada ecotipo y aplicar este conocimiento hacia una óptima utilización de *A. curtisii* en proyectos de restauración ambiental. Se ha observado que la respuesta de *A. curtisii* al déficit de luz depende de su origen y que dicho déficit provoca un incremento de la asignación de biomasa foliar. Se ha detectado plasticidad fenotípica en los dos ecotipos, sin embargo, ésta es especialmente importante en el ecotipo castrexa. Estos resultados y otros sugieren que el ecotipo castrexa es el más adecuado para su uso en restauración ambiental.

Palabras clave: gramínea perenne, asignación de biomasa, déficit de luz, plasticidad fenotípica.

Introducción

La teoría de la asignación óptima de recursos sostiene que las plantas son capaces de responder a la variación ambiental mediante una asignación diferencial de biomasa a los diferentes órganos para optimizar la captura de recursos (Jonson y Thornley, 1987; van der Werf *et al.*, 1993; Gedroc *et al.*, 1996). Por ejemplo, asignan mayor porcentaje de biomasa a la parte aérea en ambientes con déficit de luz o en los que existe alta competencia por este recurso (Crick y Grime, 1987; McConnaughay y Coleman, 1999). Del mismo modo, asignan mayor biomasa a la parte radicular en los ambientes deficitarios en nutrientes (Chapin *et al.*, 1987). Sin embargo, diversos estudios muestran que los tipos de respuestas de las plantas a las diferentes condiciones ambientales pueden ser muy variables. Existen pruebas de que no todas las plantas se ajustan en su respuesta a la teoría de la asignación óptima (Bernacchi, 2000; Navia, en realización). Además, la capacidad de modificación de la asignación de recursos (plasticidad fenotípica) no es igual para todas las plantas, pudiendo ser incluso altamente variable dentro de una misma especie y depender de la población de origen (Rendón y Núñez-Farfán, 2000; Quinn y Wetherington, 2002). Estas posibles diferencias entre poblaciones de una misma especie podrían usarse para demostrar diferencias entre ecotipos (Balaguer *et al.*, 2002).

En el caso concreto de *Agrostis curtisii*, los escasos trabajos realizados no ponen de manifiesto diferencias poblacionales intraespecíficas, y se sugiere la ausencia de correlación entre la respuesta a déficit de recursos como CO_2 o temperatura y su lugar de origen (Norton *et al.*, 1999).

Se puede considerar que *A. curtisii*, muy típica de los pastos gallegos, por su carácter perenne, colonizador y su presencia en suelos pobres, presenta aptitudes potenciales para su utilización en proyectos de restauración ambiental. Sin embargo, es necesario un conocimiento más detallado de las características y comportamiento de esta planta para disponer de criterios técnicos operativos para su uso óptimo.

Los objetivos de este trabajo son: (1) conocer cómo la asignación de biomasa en *A. curtisii* depende de la disponibilidad de recursos y (2) examinar la posible existencia de diferencias en la respuesta según el origen. Esto permitirá valorar el comportamiento de los ecotipos de *A. curtisii*, necesario para una correcta utilización de esta especie en proyectos de restauración ambiental (Wiesner, 1999). Para ello se realizó un estudio experimental en el que se sembraron semillas de poblaciones silvestres de *A. curtisii* de hábitats diferentes y se sometieron a un déficit de luz bajo condiciones de cultivo. Se seleccionó como limitante este recurso porque posee reconocidos e importantes efectos en la plasticidad morfológica de las plantas (Balaguer *et al.*, 2002); su déficit es sencillo de simular y proporciona resultados rápidamente. Además, es un recurso por el que existe un alto grado de competencia en las comunidades vegetales y por ello puede afectar al crecimiento y supervivencia de las plantas y condicionar el éxito de su utilización en restauración ambiental.

Material y métodos

El año previo al comienzo de la investigación (2000) se recogieron semillas de panasco (*Agrostis curtisii*) de poblaciones silvestres de hábitats diferentes. Uno de los hábitats es un tojal-brezal bajo que puede considerase típico de condiciones ambientales comunes de la región geográfica, montes desarbolados meridionales de Galicia (ecotipo castrexa). El otro es un hábitat con mayor déficit de agua y suelo con menor porcentaje de materia orgánica y nutrientes, consistente en un tojal-brezal muy bajo localizado en una ladera pedregosa y con una pendiente moderada (ecotipo enxoita).

Las semillas de ambos ecotipos se sembraron en abril del 2001 bajo dos condiciones lumínicas. La variación de la cantidad de luz se definió experimentalmente por la ausencia de atenuación artificial en cultivo al aire libre ('luz natural') o por la presencia de una malla de sombra con una capacidad de sombreo del 55-65% ('sombra'). Este último ambiente, además de la atenuación lumínica, presenta una temperatura mayor y menos fluctuante que el de 'luz natural', aunque se considera que el factor luz es el más relevante. Se define, por tanto, un diseño experimental con dos factores: origen de semilla (ecotipos castrexa y enxoita) y condiciones de luz (luz natural y sombra). A este último factor se añade un nuevo nivel ('transferido') resultado del traslado de plantas de condiciones de sombra a luz natural. Cada semilla se sembró individualmente en alveolos de plástico sobre un sustrato formado exclusivamente por turba (de estructura fina y un pH de 5,8), y se cultivó evitando, mediante riego por microaspersión, el déficit de agua en todos los ambientes. Para cada tratamiento se definieron 5 bloques completamente aleatorizados, constituidos cada uno por 208 plantas. A los 84 días de la germinación se trasladó la mitad de las plantas de cada bloque de 'sombra' a condiciones de 'luz natural' definiéndose las nuevas condiciones de 'transferido'. Durante un año y cuatro meses se efectuaron registros periódicos de variables de arquitectura (diámetro de macolla y longitud foliar) y de crecimiento (biomasa foliar y radicular). Para cada uno de ellos se seleccionaron al azar 25 plantas por tratamiento (cinco por bloque). En el caso de medidas de diámetro de macolla y longitud foliar se realizó una medición directa sobre las plantas seleccionadas, mientras que para el resto de medidas se procedió a la extracción, limpieza y secado de las plantas en estufa a 65ºC hasta temperatura constante.

El análisis estadístico de los datos de diámetro consistió en un test ANOVA, realizado para cada fecha, utilizando como factores, origen y condiciones de luz. Asimismo, también se realizó un ANOVA factorial para biomasa total, diámetro y longitud foliar finales. La comparación estadística de las medias de biomasa foliar y radicular, así como del diámetro y longitud foliar, observadas al final del periodo de estudio se realizó mediante el test LSD con una significación de $P<0,05$ (Sokal y Rohlf, 1995) utilizando el paquete estadístico StatView 4.02.

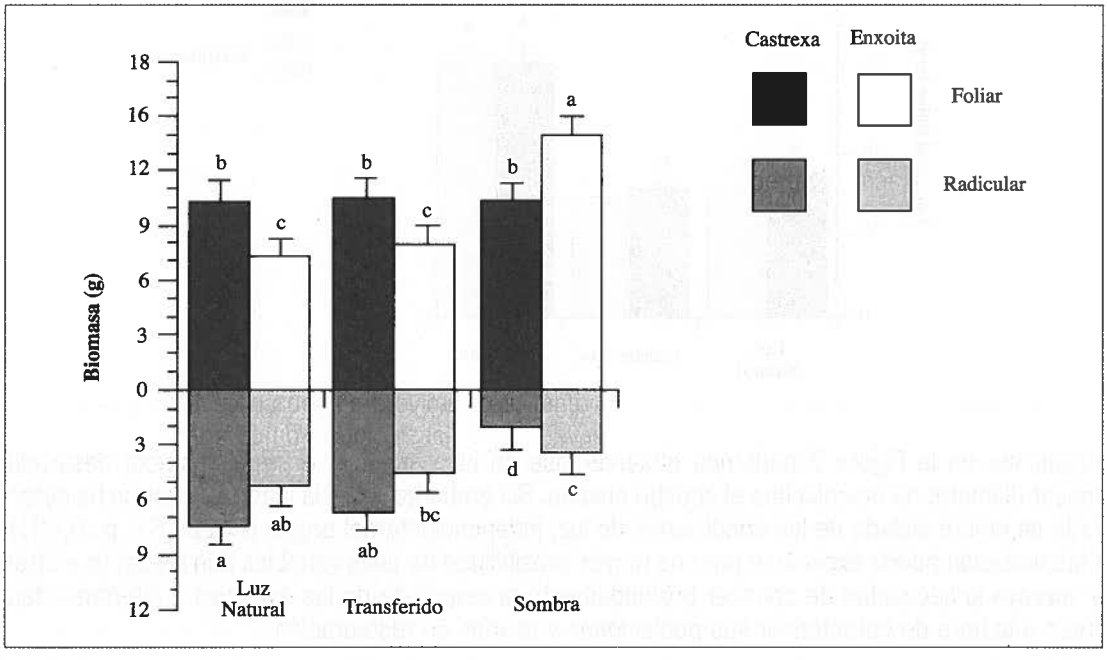
Resultados y discusión

Crecimiento y reparto de biomasa

Al final del periodo de estudio se ha observado que, en todos los ambientes, *A. curtisii* asigna más biomasa a la parte aérea que a la radicular (Fig. 1). Además, en concordancia con la teoría del reparto óptimo, la proporción de biomasa asignada a la parte aérea en condiciones de sombra (83%) es mucho mayor que en el ambiente sin déficit de luz (58 %). Esto confirma que ante un déficit de luz se maximiza la biomasa asignada a los órganos encargados de su captación (Gedroc *et al.*, 1996).

La Figura 1 demuestra que las plantas del ecotipo castrexa son las que más biomasa desarrollan en condiciones de luz natural y 'transferido', mientras que en sombra son las del ecotipo enxoita. El análisis estadístico pone de manifiesto que el efecto de las condiciones de luz sobre la biomasa total depende del origen (test ANOVA, interacción luz X origen F=9,72; p<0,001). Este efecto es similar para las fracciones foliar y radicular. Esto supone una prueba inequívoca que confirma la diferenciación de estos ecotipos gallegos de *A. curtisii*, que contrasta con los resultados de otros autores (Norton *et al.*, 1999).

Figura 1: Efecto del origen y la intensidad de luz sobre los valores medios de biomasa de dos ecotipos de *Agrostis curisii* en plantas de 16 meses de edad. Para cada fracción, letras diferentes muestran diferencias significativas.



Al final del periodo observado, la biomasa de las plantas de transferido fue igual que la biomasa de las de luz natural, lo que muestra una clara y rápida plasticidad fenotípica de la especie. Sin embargo, esta plasticidad no es idéntica para los dos ecotipos. En el ecotipo castrexa, la biomasa total de las plantas de transferido se iguala a la biomasa de las de luz natural en menos tiempo (101 días) que en el ecotipo enxoita (134 días). Esto muestra, igual que otros estudios (Quinn y Wetherington, 2002), que diferentes ecotipos de especies herbáceas pueden presentar distinta plasticidad fenotípica a las mismas condiciones ambientales.

Otra prueba de la diferenciación poblacional es que el ecotipo enxoita posee menos biomasa foliar que el ecotipo castrexa cuando crecen sin déficit de luz. En sombra sucede lo contrario y, además, el ecotipo enxoita alcanza la mayor biomasa foliar registrada. Estos resultados concuerdan

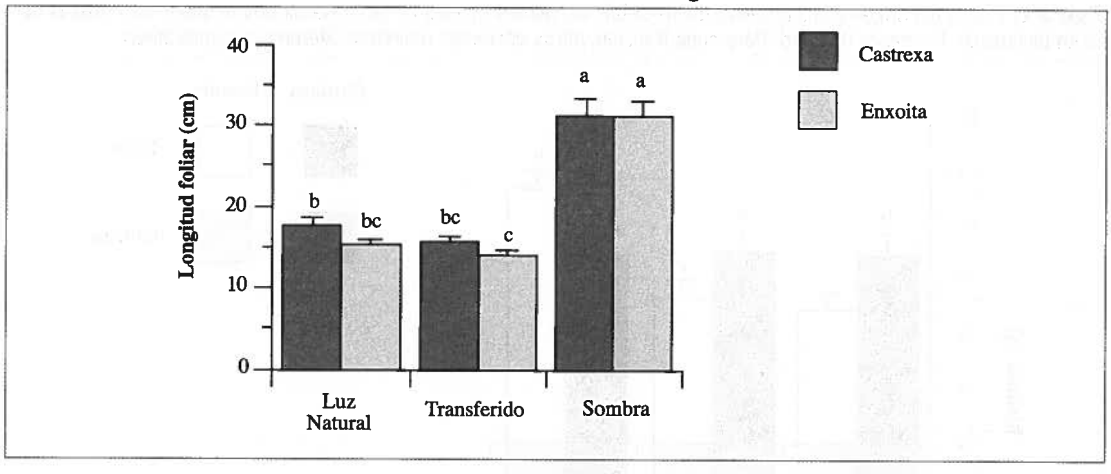
con otros (Navia, en realización) en los que se observa que el ecotipo enxoita presenta una tendencia a desarrollar poca biomasa radicular, resultado probablemente de una adaptación primaria a condiciones de sequedad. En cuanto a la biomasa radicular, aunque los resultados no son significativos, se observa una tendencia similar (Fig. 1).

Diámetro de macolla y longitud foliar

Al final del periodo estudiado observamos un efecto significativo de las condiciones de luz, que depende del origen (test ANOVA, interacción luz x origen F=6,18; p<0,01). Para optimizar la captación de luz, plantas cultivadas a la sombra acomodan su arquitectura y tienden a desarrollar un mayor diámetro y longitud foliar que las cultivadas sin déficit de luz.

Una evidencia de plasticidad morfológica es que tanto el diámetro de macolla como la longitud foliar de las plantas de 'transferido' son iguales que las de 'luz natural' (Fig. 2). Sin embargo, esta convergencia se alcanza antes en el ecotipo castrexa que en el ecotipo enxoita (Fig. 3). Esta tendencia ratifica la diferenciación ecotípica observada en biomasa.

Figura 2: Efecto del origen y la cantidad de luz sobre los valores medios de longitud foliar de dos ecotipos de *A. curtisii* en plantas de 16 meses de edad. Letras diferentes muestran diferencias significativas.

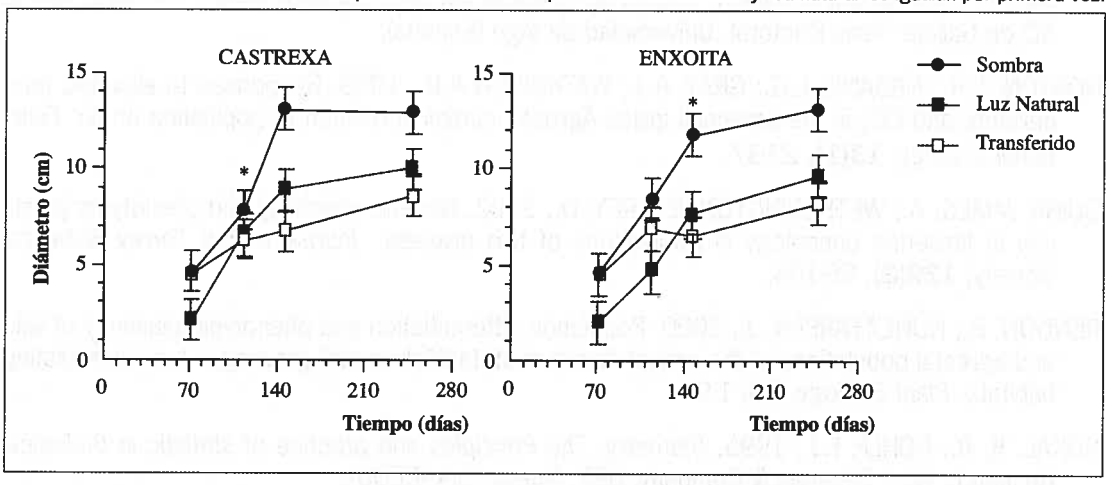


Asimismo, en la Figura 3 podemos observar que en luz natural el ecotipo castrexa desarrolla mayor diámetro de macolla que el ecotipo enxoita. Sin embargo, para la longitud foliar se ha detectado un efecto aislado de las condiciones de luz, independiente del origen (F=115,67; p<0,001). Esta variación podría explicarse por una mayor sensibilidad de unas variables con respecto a otras y subraya la necesidad de conocer profundamente la respuesta de las especies a diferentes factores a la hora de caracterizar sus poblaciones y usarlas en restauración.

Aplicaciones en restauración

Los resultados demuestran que *A. curtisii* presenta características que la hacen adecuada para proyectos de restauración. Se ha observado una alta plasticidad morfológica y una relativamente elevada proporción de raíces, lo que sugiere una buena capacidad de protección del terreno ante la erosión hídrica. En concreto, podemos observar que, en condiciones de luz natural, el ecotipo castrexa desarrolla más biomasa aérea y radicular y mayor diámetro que el ecotipo enxoita. Además, aunque ambos ecotipos tienen una relativamente alta plasticidad fenotípica, el ecotipo castrexa es más rápido en la respuesta de acomodación. Por tanto, el ecotipo castrexa es, en general, más adecuado para la restauración ambiental. El ecotipo enxoita, creciendo a la sombra, desarrolla mucha biomasa aérea y muy poca radicular (Fig. 1), por ello se propone para la restauración de zonas con condiciones lumínicas deficitarias.

Figura 3: Crecimiento en diámetro de las mascollas de dos ecotipos de *A. curtisii* bajo tres condiciones lumínicas diferentes. El asterisco muestra el momento en el que el diámetro de las plantas de 'transferido' y 'luz natural' se igualan por primera vez.



Conclusiones

A. curtisii presenta un patrón de asignación de recursos coherente con la teoría del reparto óptimo y una alta plasticidad fenotípica. Sin embargo, la respuesta al déficit de luz es diferente según el origen (ecotipo castrexa y enxoita). *A. curtisii* y, especialmente, el ecotipo castrexa, presenta características adecuadas para la restauración ambiental.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias a un contrato de la empresa Viveiros Adoa, S.L. en el marco del proyecto de I+D PGIDT01AGRO8E financiado por la Xunta de Galicia.

Referencias bibliográficas

BALAGUER, L.; MARTINEZ FERRY, E.; VALLADARES, F.; PÉREC CORONA, M.E.; BAQUEDANO, F.J.; CASTILLO, F.J.; MANRIQUE, E., 2002. Population divergence in the plasticity of the response of *Quercus coccifera* to the light environment. *Functional Ecology*, **15(1)**, 124-135.

BERNACCHI, C.J.; COLEMAN, J.S.; BAZZAZ, F.A.; MCCONNAUGHAY, K.D.M., 2000. Biomass allocation in old-field annual species grown in elevated CO_2 environments: no evidence for optimal partitioning. *Global Change Biology*, **6**, 855-863.

CHAPIN III, F.S.; BLOOM, A.J.; FIELD, C.B.; WARNING, R.H., 1987. Plant responses to multiple environmental factors. *BioScience*, **37**, 49-57.

CRICK, J.C.; GRIME, J.P., 1987. Morphological plasticity and mineral nutrient capture in two herbaceous species of contrasted ecology. *The New Phytologist*, **107**, 403-414.

GEDROC, J.J.; MCCONNAUGHAY, K.D.M.; COLEMAN, J.S., 1996. Plasticity in root/shoot partitioning: optimal, ontogenetic, or both? *Funcional Ecology*, **10**, 44-50.

JONSON, I.R.; THORNLEY, J.H.M., 1987. A model of root:shoot partitioning with optimal growth. *Annals of Botany*, **60**, 133-142.

McCONNACUGHAY, K.D.M.; COLEMAN, J.S., 1999. Biomass allocation in plants: Ontogeny or optimality? A test along three resource gradients. *Ecology*, **80 (8)**, 2581-2593.

NAVIA, R., en realización. *Evaluación ecológica de las aptitudes de plantas herbáceas autóctonas para la restauración ambiental. Aplicación a poblaciones de* Agrostis curtisii *Kerguelen en el SO de Galicia.* Tesis Doctoral. Universidad de Vigo (España).

NORTON, L.R.; FIRBANK, L.G.; GRAY, A.J.; WATKINSON A.R., 1999. Responses to elevated temperature and CO_2 in the perennial grass *Agrostis curtisii* in relation to population origin. *Functional Ecology*, **13(1)**, 29-37.

QUINN JAMES, A.; WETHERINGTON JEFFREY, D., 2002. Genetic variability and phenotypic plasticity in flowering phenology in populations of two grasses. *Journal of the Torrey Botanical Society*, **129(2)**, 96-106.

RENDÓN, B.; NÚÑEZ-FARFÁN, J., 2000. Population differentiation and phenotypic plasticity of wild and agrestal populations of the annual *Anoda cristata* (Malvaceae) growing in two constrasting habitats. *Plant Ecology*, **00**, 1-9.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F.J., 1995. *Biometry. The Principles and practice of statistic in Biological Research.* W.H. Freeman & Company, 887, Nueva York (EEUU).

VAN DER WERF, A.; VISSER, A.J.; SCHIEVING, F.; LAMBERS, H., 1993. Evidence for optimal partitioning of biomass and nitrogen at a range of nitrogen availabilities for a fast-and slow-growing species. *Functional Ecology*, **7**, 63-74.

WIESNER, L.E., 1997. Important biological factors for utilizing native plant species. En *Revegetation with native species: proceedings, 1997 Society for Ecological Restoration annual meeting.* 39-42. Ed: L.K. HOLZWORTH, R.W. BROWN. USDA Forest Service Poroceedings. Florida (EEUU).

LIGHT EFFECT ON ECOTYPES OF *Agrostis curtisii*: BIOMASS ALLOCATION, MORPHOLOGIC PLASTICITY & APTITUDES FOR ENVIRONMENTAL RESTORATION

SUMMARY

Light deficit effect on growth, biomass allocation and morphology of two ecotypes of *Agrostis curtisii* was studied. Seeds from wild populations of two different habitats (castrexa and enxoita ecotypes) were cultivated under controlled conditions at different light levels. The aim is to know the behavior of each ecotype and to apply this knowledge towards an optimal use of *A. curtisii* in environmental restoration projects. The response of *A. curtisii* to the light deficit was dependent on its origin. Light deficit caused an increase in biomass allocation to leaves. Phenotypic plasticity was detected in both ecotypes, however, it was particularly important in ecotype castrexa. These results and others, like a greater growth under typical conditions of degraded zones, suggest that castrexa ecotype performs better environmental restoration applications.

Key words: perennial grass, light deficit, phenotypic plasticity.

EFECTO DE LA TEMPERATURA E INCUBACIÓN RUMINAL EN LA GERMINACIÓN DE *ONONIS FRUTICOSA* L.

A.B. Robles[1], J. Castro[2], M.E. Ramos[1], L. Allegretti[3] y C.B. Passera[3]

[1] Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Apdo. 419. 18008 Granada (España). [2] Grupo de Ecología Terrestre, Departamento de Biología Animal y Ecología. Universidad de Granada. 18071 Granada (España). [3] Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas. CONICET, P.O. Box 507, 5500 Mendoza, Argentina.

Resumen

Ononis fruticosa es un arbusto de interés forrajero autóctono de la región mediterránea. Nuestro trabajo presenta datos sobre la germinación de sus semillas: efecto de la temperatura (0º, 10º 20º, 30 ºC) y efecto de la incubación en rumen de cabra murciano-granadina (24, 48, 72 h). La temperatura óptima de germinación fue de 10 ºC (26,4 %; 60 días de ensayo). Bajas y altas temperaturas (0 ºC y 30 ºC, respectivamente) inhibieron la germinación. La incubación de las semillas en rumen de cabra tuvo un efecto positivo sobre la germinación, aumentando desde 6,4 % (control) hasta 26,4 % (24 h), 36,0% (48 h) y 24,0 % (72 h). Los resultados sugieren que el ganado doméstico puede ser un vehículo de dispersión de las semillas de *Ononis fruticosa*.

Palabras Clave: Leguminosae, arbusto, germinación, rumen, cabra.

Introducción

Las leguminosas son una de las familias con mayor interés pastoral en la región mediterránea (Le Houérou, 2001). A su alto contenido en proteína bruta hay que sumar la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, lo que les permite no sólo la capacidad de prosperar en los suelos pobres de los ambientes áridos y semiáridos, sino que además pueden utilizarse para integrar un uso sostenible de los matorrales a través del pastoreo al tiempo que proteger el suelo de la erosión y la desertificación (Le Houérou *et al.*, 1992). En concreto, son los biotipos arbustivos los que mejor resisten la sequía estival, ofertan casi de forma continuada alimento para el ganado y proporcionan una mayor protección al suelo.

Los trabajos de investigación que estamos realizando en el sudeste peninsular (Almería, Granada) sobre planificación de los usos ganaderos en áreas protegidas nos han llevado a seleccionar a la especie *Ononis fruticosa* como un arbusto de interés para la alimentación del ganado (ovejas y cabras) en zonas de clima mediterráneo semiárido con influencia continental (inviernos fríos y veranos con una fuerte sequía). Esta especie presenta una digestibilidad de la materia orgánica del 67% y las comunidades que domina muestran una considerable producción forrajera (919 kg MS $ha^{-1}año^{-1}$) y energía metabolizable (645 MJ EM $ha^{-1}año^{-1}$) (Passera, 1995), lo que la convierte un una planta particularmente adecuada para recuperar los espacios agrarios en abandono, ampliamente representados en estas zonas marginales de clima extremo.

El establecimiento de las plantas en su medio y su potencial productivo están indiscutiblemente ligados a los procesos de germinación (Bewley y Black, 1994). Conocer el comportamiento

ecofisiológico de las forrajeras en estos ambientes es de suma importancia a la hora de desarrollar tanto programas pastorales como de reforestación. En las leguminosas es bien conocida la dormancia física impuesta por las duras cubiertas de las semillas (Baskin y Baskin, 1998; Tieu *et al.*, 2001). Sin embargo, el paso de las semillas a través del tracto digestivo de los herbívoros puede interrumpir esta dormancia, promoviendo por tanto la germinación (Campos y Ojeda, 1997; Malo y Suárez, 1995, 1996). De hecho, las plantas han evolucionado paralelamente con los herbívoros que se alimentan de ellas, y han desarrollado mecanismos biológicos y fisiológicos de resistencia a la conducta alimentaria de los animales (McNautgthon, 1984; Barroso *et al.*, 2003).

El objetivo de este trabajo es estudiar la germinación de *Ononis fruticosa* en relación a: i) temperatura óptima de germinación, y ii) incubación de semillas en rumen de cabra, lo que simula el paso de las semillas por el tracto digestivo del animal.

Material y métodos

Ononis fruticosa es un arbusto de la familia de las leguminosas, erecto, de hasta 100 cm de altura, siendo frecuente en los matorrales de la cuenca mediterránea sobre sustratos arcillosos o calcáreos y distribuyéndose entre los 400 y los 1500 m de altitud (Devesa, 2000). Las semillas se recolectaron de una población localizada en el Parque Natural de Castril (Granada, 2º 46,4'W; 37º 46,4 N) a 1000 m s.n.m., en un área con una precipitación media anual de 572,1 mm. Posteriormente, se separaron manualmente de los frutos y se almacenaron en sobres de papel a temperatura ambiente hasta el inicio del experimento. Éste se realizó utilizando placas de Petri de 9 cm de diámetro, dentro de las cuales se dispusieron 4 discos de papel de tisú y cubriendo éstos uno de papel de filtro, tras lo que se añadieron 10 ml de agua destilada y 5 ml de una suspensión del fungicida Benomyl (0.05 % de ingrediente activo). Para evitar contaminaciones durante la germinación, previamente al ensayo, se esterilizó el material de papel en autoclave durante 1 hora a 1 atmósfera de presión. Tanto las placas de Petri como las semillas se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio (2 g l^{-1} de cloro activo), y posteriormente se lavaron abundantemente con agua estéril y se secaron al aire. Cada tratamiento constó de 5 repeticiones de 25 semillas cada una, que se fueron humedeciendo periódicamente con agua destilada y con la disolución de fungicida, según requerimientos. Los recuentos de semillas se realizaron a intervalos de 48 horas, durante 60 días para el ensayo de temperatura y durante 35 días para el ensayo de incubación en rumen, extrayendo las semillas ya germinadas. Se consideró semilla germinada aquella que presentó una longitud de radícula de 1 mm o más.

Se realizaron dos experimentos, uno para determinar la temperatura óptima de germinación y otro para analizar el efecto de la incubación en rumen de cabra. El efecto de la temperatura fue testado a 0 º, 10 º, 20 º, 30 ºC, manteniendo a las semillas en oscuridad. Se utilizaron simultáneamente cuatro cámaras de crecimiento (Precision Scientific model 818, con temperatura automática, ± 2ºC). El experimento de incubación en rumen (digestión ruminal) se llevó a cabo a la temperatura óptima (10 ºC), acorde a los resultados obtenidos en el experimento de temperatura. Las semillas se colocaron en sacos de nylon (poros de 40 mm) y, posteriormente, se incubaron en el rumen de cabras de raza murciano-granadina, previamente canuladas. El tiempo de incubación fue 24, 48 y 72 h, tiempos utilizados de manera estandarizada en los experimentos de degradabilidad de los alimentos en rumiantes (Mehrez y Orskov, 1977).

El porcentaje de germinación se analiza mediante ANOVA (previa transformación angular de los datos) o mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Posteriormente, las diferencias entre tratamientos se localizan mediante la prueba de Tukey (tras análisis de varianza) o mediante la prueba de Nemenyi (tras análisis no paramétrico) al nivel de significación del 0,05 (Zar, 1996).

Resultados

Efecto de la temperatura

El porcentaje de germinación difirió significativamente entre tratamientos, fue máximo a 10 ºC mientras que a 0 º y 30 °C las semillas no germinaron (Tabla 1). En cualquier caso, la germinación fue baja, apareciendo diferencias entre los tratamientos sólo a partir del día 30 de ensayo (Tabla 1).

Tabla 1: Efecto de la temperatura (0 º, 10 º, 20 º, 30 ºC) en la germinación de *Ononis fruticosa*. Porcentaje de germinación (valores medios) en diferentes días de ensayo. Los datos se analizan para cada uno de los días mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Los tratamientos en una misma fila y con distinta letra muestran diferencias significativas (α= 0,05) según prueba de Nemenyi.

Días	0ºC	10ºC	20ºC	30ºC	H	P
10	0,0±0,0	0,0±0,0	0,8±0,8	0,0±0,0	3,00	n.s.
20	0,0±0,0	4,0±2,2	0,0±0,0	0,0±0,0	10,00	0,0186
30	0,0±0,0	8,0±2,8	0,8±0,8	0,0±0,0	11,56	0,0091
40	0,0±0,0	14,4±0,4	2,4±1,0	0,0±0,0	11,59	0,0089
50	0,0±0,0a	22,4±2,7b	4,9±2,2ab	0,0±0,0a	16,14	0,0011
60	0,0±0,0a	26,4±3,5b	5,6±2,7ab	0,0±0,0a	17,07	0,0007

Efecto de la incubación en líquido ruminal

La incubación en líquido ruminal incrementó el porcentaje de germinación en todos los casos, pasando del 6,4±2,0 %[a] (Control) a 26,4±3,2[b] (24 h), 36,0±2,1[b] (48 h) y 24,0±2,3[b] (72 h) (ANOVA de una vía, F= 19,91, g.l. = 3, 16, P<0,0001; letras diferentes indican diferencias significativas según test de Tukey al nivel de significación del 0,05).

Discusión

Ononis fruticosa es una especie que presenta un bajo porcentaje de germinación (8 % a los 30 días, 26,4 a los 60 días), tal y como se ha encontrado para otras especies de *Ononis* (*O. tridentata*; Merlo *et al.* 1995). Esta es una característica muy extendida en la familia de las leguminosas (Pérez-García *et al.*, 1995; Herranz, *et al.*, 1998; Grouzis y Danthy, 2001) debido a la presencia de cubiertas seminales duras e impermeables que impiden la entrada de agua y gases, lo que dificulta la germinación de las semillas (dormición física; Bewley y Black, 1994; Cervantes *et al.*, 1996, Baskin y Baskin 1998). Nuestros resultados muestran que la germinación es inhibida no sólo a temperaturas bajas (0 °C), sino también a temperaturas altas (30 °C). Sin embargo, muchas semillas de leguminosas de la Cuenca Mediterránea recolectadas a menor altitud logran germinar a 30 ºC (Merlo y Alemán, 1996; Ibáñez y Passera, 1997; Robles *et al.*, 2002). *Ononis fruticosa* alcanza la máxima germinación a 10 °C. Esta temperatura es la que se da en la zona donde fueron recolectadas las semillas al inicio de la primavera, y coincide con el período de mayor precipitación (ver datos climáticos en Passera, 1995). Todo esto sugiere, por un lado, la adaptación de esta población de *O. fruticosa* a las condiciones locales, y por otro, la existencia de mecanismos fisiológicos de control de la germinación, además de la dormición primaria impuesta por las cubiertas (ver también Angosto y Matillas, 1993; Baskin y Baskin, 1998).

La germinación fue promovida por la incubación en líquido ruminal de cabra para todos los tiempos testados (de 24 a 72 h), en concordancia con la duración del proceso digestivo en rumiantes (Gardener *et al.*, 1993). Durante la incubación de las semillas en rumen se reduce la dureza de sus cubiertas (Olso *et al.*, 2002), probablemente por la acción que ejercen los microorganismos ruminales sobre ellas y por la permanencia prolongada de las semillas en un medio líquido. De hecho, el paso de las semillas por el tracto digestivo de los rumiantes, tanto domésticos como silvestres, estimula la germinación en muchas leguminosas (Campos y Ojeda 1997; Malo

y Suárez, 1995, 1996). Además, durante el proceso digestivo completo (abomaso e intestino) las semillas siguen estando sometidas a la actividad enzimática y a la acidez del medio (Gardener *et al.*, 1993), con lo que las cubiertas seminales pueden degradarse aún más y aumentar su permeabilidad (Russi *et al.*, 1992; Fredrickson *et al.*., 1997). Todo esto sugiere que el porcentaje de germinación de *O. fruticosa* podría ser mayor si sus semillas completaran todo el proceso digestivo, al tiempo que podrían ser dispersadas por el ganado doméstico que lo consume (Wallander *et al.*, 1995).

Conclusiones

Nuestros resultados muestran que:

- Como la mayoría de las especies de la familia leguminosa, *Ononis fruticosa* presenta un bajo porcentaje de germinación debido a la dureza de las cubiertas seminales (dormancia física).
- La incubación de las semillas de *Ononis fruticosa* en líquido ruminal incrementa su porcentaje de germinación. Esto sugiere que el paso de las semillas a través del tracto digestivo de herbívoros disminuye la dureza de las cubiertas seminales, pudiendo favorecer tanto la germinación como la diseminación.

Referencias bibliográficas

ANGOSTO, T.; MATILLAS, A.J., 1993. Germination seed-coat structure an protein patterns of seeds from *Adenocarpus decorticans* and *Astragalus granatensis* growing at different altitudes. *Seed Science & Technology*, **21**, 317-326.

BARROSO, F.G.; MARTÍNEZ, T.F.; PAZ, T.; ALADOS, C.L.; ESCÓS, J., 2003. Relationship of *Periploca laevigata* (Asclepidaceae) tannins to livestock herbivory, *Journal of Arid Environments*, **53**, 125-135.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.H., 1998. *Seeds. Ecology. Biogeography and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, 666 pp. USA.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M., 1994. *Seeds. Physiology of development and germination* (2nd. ed). Plenum Press, New York, 445 pp. USA.

CAMPOS C.M.; OJEDA, R., 1997. Dispersal and germination of *Prosopis flexuosa* seeds by desert mammals in Argentina. *Journal of Arid Enviromments*, **35**, 707-714.

CERVANTES, V.; CARABIAS, J.; VÁZQUEZ-YANES, C., 1996. Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. *Forest Ecology and Management*, **82**, 171-184.

DEVESA, J. A., 2000. *Ononis*. 590-647. In: *Flora Iberica*. Eds. S. Talavera, C. Aedo, S. Castroviejo, S.,A. Herrero, C.Romero Zarco, F. J.Salgueiro, M.Velayos., Vol. 3. CSIC. Madrid (España).

FREDRICKSON, E.I.; ESTELL, R.E.; HAVSTAD, K.M.; KSIKSI, T.; VANTOL, J.; REMMENGA, M.M., 1997. Effects of ruminant digestion on germination of Lehmann love-grass seed. *Journal of Range Management*, **50**, 20-26.

GARDENER, C.J.; McIVOR, J.G.; JANSEN, A., 1993. Passage of legume and grass seeds through the digestive tract of cattle and their survival in faeces. *Journal of Applied Ecology*, **30**, 63-74.

GROUZIS, .S. M.; DANTHUS, P., 2001. Seed germination of seven Sahalein legume species. *Journal of Arid Enviromments*, **49**, 875-882.

HERRANZ, J.M.; FERRANDIS, P.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J., 1998. Influence of heat on seed germination of seven Mediterranean *Leguminosae* species. *Plant Ecology* **136**, 95-103.

IBAÑEZ, A.; PASSERA, C.B., 1997. Factors affecting the germination process of albaida (*Anthyllis cytisoides* L.) a forage legume of the Mediterranean Coast. *Journal of Arid Environments*, **35**, 225-231.

LE HOUÉROU, H.N., 2001.Unconventional forage legumes for rehabilitation of arid and semiarid lands in world isoclimatic Mediterranean zones. *Arid Land Research and Management*, **15**, 185-2002.

LE HOUÉROU, H.N.; CORREAL, E.; LAILHACAR, S. (1992). New, man-mad agro-sylvopastoral production systems for isoclimatic Mediterranean arid zone. 383-388 In: *IV International Rangeland Congress*.Eds. A. Gaston, M. Kernick, H.N. Le Houérou. Vol I. CIRAD/CIST. Montpellier (Francia).

MALO, J.E.; SUÁREZ, F., 1995. Cattle dung and the fate of *Biserrula pelecinus* L. (Leguminosae) in a Mediterranean pasture: seed dispersal, germination and recruitment. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **118**, 139-148.

MALO, J.E.; SUÁREZ, F., 1996. *Cistus ladanifer* recruitment -not only fire, but also deer. *Acta Oecologica*, **17**, 55-60.

McNAUTGTHON, S.J., 1984. Grazing lawns: animals in herds, plant form and coevolution. *American Naturalist*, **124**, 863-886.

MEHREZ, A.; ORSKOV, E., 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agricultural Science*, **88**, 645-650.

MERLO M.E.; ALEMAN, M.; MÁRQUEZ, M.M,.1995.Germinación de diez leguminosas silvestre de zonas semiáridas. *Boletín de Estudios Almerienses*, **13**, 219-235.

MERLO M.E.; ALEMAN, M., 1996. Efecto DEla temperatura sobre la germinación de especies de *Astragalus* L. y *Genista* L. (*Leguminosae*). *Monografías de Flora y Vegetación Béticas*, **9**, 135-146.

OLSON, B.E.; WALLANDER R.T., 2002. Does ruminal retention time affect leafy spurge seed of varying maturity?. *Journal of Range Management*, **55**, 65-69.

PASSERA, C.B. 1995. *Asistencia Técnica para el estudio de las directrices de ordenación y mejora del uso ganadero en el Parque Natural de Sierra de Castril (Granada. España)*. Informe técnico de la Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía (Expte.:40/93/P/00). Sevilla.

PÉREZ-GARCÍA, F.; IRIONDO, J.M., GONZÁLEZ-BENITO, M.E.; CARNES, L.F., TAPIA, J.; PRIETO, C.; PLAZA, R.;PÉREZ, C., 1995. Germination studies in endemic plant species of the Iberian Peninsula. *Israel Journal of Plant Science*, **43**, 239-247.

ROBLES, A.B.; ALLEGRETTI L.I.; PASSERA, C.B., 2002. *Coronilla juncea* is both a nutritive fodder shrub and useful in the rehabilitation of abandoned Mediterranean marginal farmland. *Journal of Arid Environments*, **50**, 381-392.

RUSSI, L.; CICKS, P.S.; ROBERTS, E.H.,1992. The fate of legume seeds eaten by sheep from Mediterranean grassland. *Journal of Applied Ecology*, **29**, 722-778.

TIEU, A.; DIXON, K.W.; MENEY, K.A.; SIVASITHAMPARAM, K., 2001.The interaction of heat and smoke in the release of seed dormancy in seven species from southwestern western Australia, *Annals of Botany*, **88**, 259-265.

WALLANDER, R.T.; OLSON, B.E., LACEY, J.R., 1995. Spotted knapweed seed viability alter passing throug sheep and mule deer. *Journal of Range Management*, **48**, 145-149.

ZAR, J.H., 1996. Biostadistical analysis (3th. ed.). Prentice Hall, 662 pp. New Jersey (USA).

EFFECT OF TEMPERATURE AND RUMINAL INCUBATION ON SEED GERMINATION IN *ONONIS FRUTICOSA* L.

SUMMARY

Ononis fruticosa is a forage shrub native of the Mediterranean Basin highly consumed by livestock (sheep an goats).We provide here information about the effect of different treatments on seed germination: temperature (0º, 10º 20º, 30 ºC) and incubation in rumen of goat ("murciano-granadina" race; 24, 48 and 72 h after incubation). The optimum temperature for seed germination was 10 ºC (26,4±3,5 % at 60 days of essay), whereas lower and higher temperatures (0 ºC and 30 ºC, respectively) hampered germination. Incubation in goat rumen increased the germination from 6,4% (control) to 26,4 % (24 h), 36,0 % (48 h) and 24,0 % (72 h). Our results suggests that livestock may be a mechanisms of dispersal of *Ononis fruticosa*.

Key-words: Leguminosae, shrub, germination, rumen, goat.

DISPERSIÓN ENDOZOÓCORA POR GANADO OVINO DE LAS SEMILLAS DE SEIS ESPECIES DE CISTÁCEAS

J. Castro[1] y A.B. Robles[2]

[1] Grupo de Ecología Terrestre, Departamento de Biología Animal y Ecología (Unidad de Ecología), Universidad de Granada. 18071 Granada (España).
[2] Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Apdo. 419. 18008 Granada (España).

Resumen

Se analiza la capacidad de dispersión de las semillas de *Helianthemum apenninum*, *H. violaceum*, *Fumana thymifolia*, *F. ericoides*, *Cistus laurifolius* y *C. monspeliensis* tras ingestión por oveja, para lo que se dio a consumir un número determinado de semillas y se recogieron los excrementos a intervalos de 24 h. El porcentaje de semillas recuperadas osciló entre el 35 y el 50 % en todos los casos salvo para *F. thymifolia*, que fue menor. La mayoría de las semillas se recuperaron en las primeras 48 h, disminuyendo considerablemente a las 72 y 96 h. Los resultados sugieren por tanto que el ganado ovino es un importante agente de dispersión de las semillas de cistáceas.

Palabras clave: *Cistus*, ecología de semillas, endozoocoría, *Fumana*, *Helianthemum*.

Introducción

La dispersión de las semillas es un proceso de importancia capital para el reclutamiento y el mantenimiento de las poblaciones vegetales (Willson, 1992). Con frecuencia, la dispersión de las semillas es llevada a cabo por animales que las ingieren y transportan en el tracto digestivo (endozoocoría) (Stiles, 1992; Pakeman *et al.*, 2002), y en particular los herbívoros ungulados son importantes agentes de dispersión de plantas de los matorrales y pastos mediterráneos productores de frutos secos (Malo *et al.*, 2000). La efectividad de la dispersión por ungulados dependerá del balance entre un conjunto de parámetros relacionados con las semillas y con el dispersante, tales como la existencia de cubiertas duras que protejan a las semillas durante el proceso digestivo, un tiempo de retención en el tracto digestivo suficientemente largo para asegurar la dispersión hasta lugares alejados, o un tamaño de semillas por debajo de un límite máximo que garantice la supervivencia tras la masticación. No en vano, las especies dispersadas por rumiantes presentan generalmente semillas con cubiertas duras, de pequeño tamaño y forma redondeada (Leishman y Westoby, 1994; Pakeman *et al.*, 2002).

Las cistáceas constituyen una familia característica de los matorrales y pastos mediterráneos, siendo con frecuencia un componente mayoritario de estas comunidades (Martín-Bolaños y Guinea, 1949). Muchas de sus especies son consumidas tanto por el ganado doméstico como por el silvestre, siendo en no pocos casos un componente importante en la dieta de estos animales (Robles y Boza, 1993; Fernández *et al.*, 1997; Tébar *et al.*, 1997; Barroso *et al.*, 2001). La familia en su conjunto se caracteriza por la posesión de semillas con cubiertas duras (Thanos *et al.*, 1992; Castro y Romero-García, 1999), de pequeño tamaño, y con escaso porcentaje de germinación hasta que dichas cubiertas no sean erosionadas por algún agente biótico o abiótico (Thanos *et al.*, 1992;

Castro y Romero-García, 1999). En este sentido, tanto el consumo por ungulados como la digestión en líquido ruminal han mostrado ser agentes promotores de la germinación de diversas cistáceas (Malo y Suárez, 1996; Robles y Castro, 2002), al tiempo que el consumo por ungulados es un mecanismo eficiente de dispersión en una especie, *Cistus ladanifer* (Malo y Suárez, 1996). No obstante, se desconoce la capacidad de dispersión de la mayoría de las especies y géneros de cistáceas a través del consumo por ungulados, y en cualquier caso se desconoce el impacto exacto del consumo de semillas en el potencial de dispersión a partir de un número conocido de semillas ingeridas. En este trabajo pretendemos analizar la eficiencia de dispersión por oveja de las semillas de seis especies de cistáceas pertenecientes a tres géneros comunes en los matorrales y pastos mediterráneos, para lo que se parte de un número conocido de semillas ingeridas y se evalúa el contenido de semillas en los excrementos a intervalos de 24 horas. Los objetivos concretos son: 1) determinar el porcentaje de pérdida de semillas con motivo de la ingesta, considerando la suma de pérdidas por masticación y digestión; y 2) determinar el patrón de distribución de semillas en el tiempo tras la ingestión, y por tanto el potencial de dispersión a lugares alejados del hábitat productor.

Material y métodos

En el verano de 2001 se recolectaron semillas de *Helianthemum apenninum* (L.) Mill., *H. violaceum* (Cav.) Pers., *Fumana thymifolia* (L.) Spach, *F. ericoides* (Cav.) Grand., *Cistus laurifolius* L. y *C. monspeliensis* L., que fueron separadas manualmente de los frutos y guardadas en sobres de papel a temperatura ambiente hasta el inicio del experimento. Éste se llevó a cabo en julio de 2002, y consistió en el consumo de las semillas por ovejas (estabuladas en jaulas metabólicas individuales con un sistema recolector de heces) y posterior estima del contenido de semillas en los excrementos. Para cada una de las especies estudiadas se utilizó un animal al que se le dio a consumir 4000 semillas de la especie en cuestión con la ayuda de un señuelo (bolitas de migajón de pan humedecido y sazonado con 250 semillas en su interior). La dieta base de los animales durante el experimento consistió en heno de alfalfa. Tras la ingesta, los excrementos se recolectaron a intervalos de 24 h, se dejaron secar a temperatura ambiente, y se almacenaron en laboratorio. Para cada uno de los días y especies se disgregaron cuidadosamente 100 ó 200 excrementos, anotando para cada uno de ellos el número de semillas contenidas. Sólo se consideraron semillas con potencial de germinación, descartando por tanto las rotas. Adicionalmente se cuantificó el peso de 100 excrementos (3 réplicas) y el peso total de los excrementos por especie y día, con objeto de estimar el número de semillas contenidas en el conjunto de excrementos.

Resultados

La dispersión de las semillas fue alta, rondando el 40 % en la mayoría de los casos y alcanzando incluso el 50 % en *C. monspeliensis* (Tabla 1). Sólo *F. thymifolia* fue recuperada en un porcentaje considerablemente inferior (11,9 %; Tabla 1), si bien este valor debe estar subestimado ya que se encontraron semillas de esta especie en un animal en el que no se prescribió su ingesta, indicando por tanto que parte del lote inicial fue accidentalmente administrado a otra oveja. Hubo diferencias significativas en el número de semillas recuperadas por día para todas las especies (prueba de bondad de ajuste, $P<0.05$ en todos los casos), dispersándose la mayoría entre las 0 y 24 h y las 24 y 48 h tras la ingesta, si bien se encontraron semillas incluso en el cuarto día (Tabla 1). El porcentaje de excrementos que contenían al menos una semilla osciló entre el 28,3 % para los del segundo día y el 2,3 % en el cuarto día (todas las especies unidas). En conjunto, los excrementos que contuvieron semillas tuvieron una única semilla en el 83,3 % de los casos, dos semillas en el 15,0 % de los casos, y más de dos (tres o cuatro) en el resto de los casos, con diferencias significativas entre ellos (prueba de bondad de ajuste, $\chi^2=707,72$, g.l.=2, $P<0.001$; todas las especies juntas).

Tabla 1: Número de semillas de las seis especies de cistáceas recuperadas en los excrementos de oveja tras el consumo de 4000 semillas, expresados para cada uno de los períodos de muestreo (intervalos de 24 h). Entre paréntesis se indica el número de semillas por gramo de excremento (peso seco a temperatura ambiente). ΣS = total de semillas recuperadas en todo el período de muestro; Disp (%) = porcentaje de semillas dispersadas en relación al número de semillas consumidas (ΣS/4000). n.e. = no estimado.

	Periodo					
Especie	0-24h	24-48h	48-72h	72-96h	ΣS	Disp (%)
H. apenninum	478,4 (1,36)	732,8 (1,94)	142,1 (0,41)	49,2 (0,12)	1402,5	35,1
H. violaceum	929,3 (1,69)	796,1 (1,83)	32,8 (n.e.)	0,0 (0,00)	1758,2	43,9
F. ericoides	663,8 (1,19)	889,7 (2,04)	22,4 (n.e.)	100,4 (0,12)	1676,3	41,9
F. thymifolia	104,6 (0,20)	240,7 (0,39)	33,4 (0,08)	98,3 (0,24)	477,0	11,9
C. monspeliensis	724,9 (2,03)	928,2 (2,13)	358,4 (0,69)	0,0 (0,00)	2011,5	50,3
C. laurifolius	683,8 (2,65)	762,4 (1,5)	40,0 (1,12)	31,3 (0,06)	1517,5	37,9

Discusión

Los resultados muestran que las semillas de cistáceas resisten el consumo por el ganado ovino, llegándose a recuperar hasta el 50 % de las semillas ingeridas. Estos valores están incluso por encima de los obtenidos para otras especies consumidas y dispersadas por ungulados (Russi *et al.*, 1992; Olson y Wallander, 2002), lo que apoya la eficiencia de esta dispersión endozoócora en las cistáceas. El elevado porcentaje de recuperación puede estar relacionado con la considerable dureza de las cubiertas de las semillas en esta familia (Peña *et al.*, 1988; Thanos *et al.*, 1992; ver también Gardener *et al.*, 1993), si bien una razón adicional puede ser el pequeño tamaño de las semillas, que aumenta la supervivencia durante la masticación y rumiado (Russi *et al.*, 1992; Pakeman *et al.*, 2002).

El porcentaje de semillas recuperadas podría estar influido por la composición de la dieta, de modo que el bajo número de semillas consumidas en relación al consumo de alfalfa favoreciese la supervivencia de las semillas. No obstante, un mayor consumo de semillas en relación al resto de la dieta, a pesar de poder ocasionar mayor proporción de pérdidas de semillas, aumentaría igualmente el número total de semillas dispersadas. De hecho, el número de semillas de cistáceas contenidas en los excrementos de los ungulados puede ser considerablemente superior al mostrado en este estudio (hasta 80,5 semillas de *Cistus ladanifer* por gramo de excremento seco; Malo y Suárez, 1998), por lo que el potencial de dispersión de estas semillas por el ganado ovino en condiciones de campo puede ser muy alto dado el elevado consumo de la mayoría de estas especies por parte de las ovejas (Somlo, 1989; Passera, 1995; Fernández *et al.*, 1997; Barroso *et al.*, 2001).

Las semillas aparecen en los excrementos en una alta proporción durante las primeras 48 h, en coincidencia con el tiempo de retención del alimento característico en los ungulados (Gardener *et al.*, 1993; Olson y Wallander, 2002), e incluso continúan apareciendo durante el tercer y cuarto día. Esto garantiza que las semillas sean dispersadas hasta lugares alejados del sitio de consumo, dado que el ganado ovino puede realizar desplazamientos considerables en este período de tiempo, contribuyendo así a la diseminación de estas cistáceas (ver también Malo *et al.*, 2000). En definitiva, el alto porcentaje de semillas recuperadas, la capacidad de dispersión por un área amplia, así como la distribución equitativa de semillas por excremento sugieren que el ganado ovino es un buen dispersante de las semillas de cistáceas, lo que está además apoyado por el hecho de que tanto el consumo por ungulados como la digestión en líquido ruminal incrementan el porcentaje de germinación en esta familia (Malo y Suárez, 1996; Robles y Castro, 2002).

La existencia de semillas duras en cistáceas se ha considerado tradicionalmente como un rasgo ligado a la resistencia a las altas temperaturas durante los incendios, dado el carácter pirófito de muchas de sus especies (ver Ojeda, 2001). No obstante, la posesión de cubiertas duras es igual-

mente beneficioso para la dispersión endozoócora (Ojeda, 2001), de modo que este rasgo podría estar relacionado con el mecanismo de dispersión (hipótesis de "la hoja como semilla"; Janzen 1984; ver también Quinn *et al.*, 1994). Los resultados de este trabajo apoyarían esta segunda hipótesis, lo que estaría además sustentato por el hecho de que la germinación de numerosas cistáceas no es promovida por choques térmicos similares a los que se producen durante los incendios (Pérez-García *et al.*, 1995; Robles y Castro, 2002). En cualquier caso, los incendios actuarían como un filtro favoreciendo una regeneración masiva y puntual de los taxones que responden al choque térmico, si bien el consumo por ungulados permitiría la dispersión y un reclutamiento continuo tanto de las especies pirófitas como de las no pirófitas.

Conclusiones

El ganado ovino es un efectivo dispersante de las semillas de las seis especies de cistáceas analizadas. Por otra parte, tanto la distribución temporal de la dispersión como la distribución de semillas por excremento aseguran una dispersión eficaz por una amplia área tras la ingesta. El consumo de cistáceas por el ganado doméstico puede ayudar por tanto a la regeneración de las poblaciones de estas especies, y con ello al mantenimiento del pasto.

Agradecimientos

Agradecemos a la Dra. Eduarda Molina (Unidad de Nutrición Animal, EEZ-CSIC) el uso de los animales para el experimento. Javier Ruiz Mirazo ayudó en el acondicionamiento de los animales y en la recogida de muestras.

Referencias bibliográficas

BARROSO, G.; MARTÍNEZ, T.F.; PAZ, T.; PARRA, A.; ALARCÓN, F.J., 2001. Tannin content of grazing plants of southern Spanish arid lands. *Journal of Arid Environments*, **49**, 301-314.

CASTRO, J.; ROMERO-GARCÍA, A.T., 1999. Dormancy and germination in *Cistus clusii* (Cistaceae): effect of biotic and abiotic factors. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, **54**, 19-28.

FERNÁNDEZ, P.; ROBLES, A.B.; MORALES, M.C., 1997. Principales forrajeras autóctonas en un agrosistema de montaña del sureste peninsular (Almería, España). Conocimiento popular. En: *Simposio Internacional Etnobotánica 92*. 261-269. Eds. Hernández Bermejo, J.; Clemente, M.; Pujadas, A.; Garrido, A.; Pliego, A.; Ubera. Córdoba. Jardín Botánico de Córdoba, Córdoba (España).

GARDENER, C.J.; McIVOR, J.G.; JANSEN, A., 1993. Survival of seeds of tropical grassland species subjected to bovine digestion. *Journal of Applied Ecology*, **30**, 75-85.

JANZEN, D.H., 1984. Dispersal of small seeds by big herbivores: foliage is the fruit. *The American Naturalist*, **123**, 338-353.

LEISHMAN, M.R.; WESTOBY, M., 1994. Hypothesis on seed size: tests using the semiarid flora of New South Wales, Australia. *The American Naturalist*, **143**, 890-906.

MALO, J.E.; SUÁREZ, F., 1996. *Cistus ladanifer* recruitment -not only fire, but also deer. *Acta Oecologica*, **17**, 55-60.

MALO, J.E.; SUÁREZ, F., 1998. The dispersal of a dry-fruited shrub by red deer in a Mediterranean ecosystem. *Ecography*, **21**, 204-211.

MALO, J.E.; JIMÉNEZ, B.; SUÁREZ, F., 2000. Herbivore dunging and endozoochorous seed deposition in a Mediterranean *dehesa*. *Journal of Range Management*, **53**, 322-328.

MARTÍN-BOLAÑOS, M.; GUINEA, E., 1949. *Jarales y jaras*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, 228 pp. Madrid (España).

OJEDA, F., 2001. El fuego como factor clave en la evolución de las plantas mediterráneas. En: *Ecosistemas mediterráneos. Análisis funcional*, 319-349. Ed. R. Zamora, F.I. Pugnaire.Textos Universitarios Vol. 32, CSIC, Granada (España).

OLSON, B.E.; WALLANDER, R.T., 2002. Does ruminal retention time affect leafy spurge seed of varying maturity? *Journal of Range Management*, **55**, 65-69.

PASSERA, C.B., 1995. *Asistencia Técnica para el estudio de las directrices de ordenación y mejora del uso ganadero en el Parque Natural de Sierra de Castril (Granadad, España)*. Informe técnico de la Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía (Expte.:40/93/P/00). Sevilla, (España).

PEÑA, J.; APARICIO-TEJO, P.; SÁNCHEZ-DÍAZ, M., 1988. Dormancy mechanism and the effect of scarification in the germination of *Halimium halimifolium* seeds. *Journal of Plant Physiology*, **132**, 54-58.

PAKEMAN, R.J.; DIGNEFFE, G.; SMALL, J.L., 2002. Ecological correlates of endozoochory by herbivores. *Functional Ecology* , **16**, 296-304.

PÉREZ-GARCÍA, F.; IRIONDO, J.M.; GONZÁLEZ-BENITO, M.E.; CARNES, L.F.; TAPIA, J.; PRIETO, C.; PLAZA, R; PÉREZ, C., 1995. Germination studies in endemic plant species of the Iberian Peninsula. *Israel Journal of Plant Sciences*, **43**, 239-247.

QUINN, J.A.; MOWREY, D.P.; EMANUELE, S.M.; WHALLEY, D.B., 1994. The "foliage is the fruit" hypothesis: *Buchloe dactyloiddes* (Poaceae) and the shotgrass prairie of North America. *American Journal of Botany*, **81**, 1545-1554.

ROBLES, A.B.; BOZA, J., 1993. Flora forrajera autóctona del sureste español: II. Valoración nutritiva. *Pastos*, **23**, 47-60.

ROBLES, A.B; CASTRO, J., 2002. Effect of thermal shock and ruminal incubation on seed germination in *Helianthemum apenninum* (L.) Mill. (Cistaceae). *Acta Botanica Malacitana*, **27**, 41-47.

RUSSI, L.; COCKS, P.S.; ROBERTS, E.H., 1992. The fate of legume seeds eaten by sheep from a Mediterranean grassland. *Journal of Applied Ecology*, **29**, 772-778.

SOMLO, R., 1989. *Aportes metodológicos para el estudio de hábitos dietarios de caprinos en zonas áridas.* Tesis Doctoral. CIHEAM, Zaragoza (España).

STILES, E.W., 1992. Animals as seed dispersers. En: *Seeds. The ecology of regeneration in plant communities*, 87-104. Ed. M. FENNER. CAB International, Wallingford (Reino Unido).

TÉBAR, F.J.; GIL, L.; LLORENS, L., 1997. Reproductive biology of *Helianthemum apenninum* (L.) Mill. and *H. caput-felis* Boiss. (Cistaceae) from Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Acta Botanica Malacitana*, **22**, 53-63.

THANOS, C.A.; GEORGHIOU, K.; KADIS, C.; PANTAZI, C., 1992. Cistaceae: a plant family with hard seeds. *Israel Journal of Botany*, **41**, 251-263.

WILLSON, M.F., 1992. The ecology of seed dispersal. En: *Seeds. The ecology of regeneration in plant communities*, 61-85. Ed. M. FENNER. CAB International, Wallingford (Reino Unido).

ENDOZOOCHOROUS SEED DISPERSAL OF SIX CISTACEAE SPECIES BY SHEEP

SUMMARY

We analyse the dispersal of six Cistaceae species (*Helianthemunm apenninum*, *H. violaceum*, *Fumana thymifolia*, *F. ericoides*, *Cistus laurifolius* y *C. monspeliensis*) via consumption by domestic sheep, considering the number of seeds ingested and the number of seeds recuperated at 24 h intervals. Seed recovery was high in all the species, ranging from 35 to 50 % except for *F. thymifolia*, where was lower. Recovery was concentrated during the first 48 h, but few seeds were found in dungs even in the forth day. The results suggests therefore that sheep is an effective disperser of Cistaceae species.

Key-words: *Cistus*, endozoochory, *Helianthemum*, *Fumana*, seed ecology.

MEDIDAS ESTANDARIZADAS DE LA CAPACIDAD DE DISPERSIÓN EXOZOÓCORA EN ESPECIES DE PASTOS HERBÁCEOS

I. de Pablos y B. Peco

Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.

Resumen

El pastoreo tradicional ha formado parte de los procesos implicados en la evolución de las comunidades vegetales mediterráneas desde hace siglos, por lo que la influencia del ganado en la dispersión de las especies presentes en los pastos herbáceos ha podido ser una pieza clave en la dinámica de estos sistemas. En el presente estudio nos hemos planteado conocer de forma experimental el grado en que las especies de los pastos mediterráneos son susceptibles de ser dispersadas por medio de la piel del ganado (concretamente la oveja). Se obtuvieron valores de retención de diásporas muy elevados para todas las especies seleccionadas, sobre todo las herbáceas, incluso entre aquellas que no presentaban estructuras aparentemente adaptadas a la exozoocoria, lo cual nos hace suponer que este modo de dispersión puede tener más importancia de la que tradicionalmente se ha asumido.

Palabras clave: adhesión de frutos, estructuras dispersivas, exozoocoria, pastoreo.

Introducción

El estudio de los mecanismos que utilizan las plantas para dispersarse es sin duda fundamental para conocer la historia de sus movimientos, tanto a grandes como a pequeñas escalas y para explicar fenómenos como la colonización de nuevas áreas (Sorensen, 1986; Fenner, 2000). La influencia que el pastoreo ha ejercido a lo largo de su historia en los paisajes europeos ha llevado a diversos investigadores a preguntarse hasta qué punto esta práctica ha podido derivar en la selección de ciertos caracteres dispersivos en las plantas, mediante los cuales les ha sido posible formar parte de los procesos dinámicos que permiten la interconexión de habitats (Fischer *et al.*; 1996, Bonn y Poschlod, 1998) y contribuir a la riqueza de especies que caracteriza a los pastos tradicionales (Peco *et al.*, 1998; Poschlod *et al.*, 1998). El ganado doméstico es uno de los vectores animales de dispersión de semillas tanto de forma interna (endozoocoria) como externa (exozoocoria). Sin embargo, la dificultad para estudiar en condiciones naturales la capacidad de dispersión exozoócora de los propágulos de las plantas transportadas por medio del ganado hace que sean pocos los trabajos hasta ahora realizados en este área (Fischer *et al.*, 1996). Muchas de las teorías acerca de las adaptaciones de las plantas a la exozoocoria han sido elaboradas a partir de observaciones de los caracteres morfológicos de los propágulos (Fenner, 2000), pero realmente en pocas ocasiones se han probado empíricamente los factores involucrados en la capacidad de retención de las semillas en la piel de los animales (Fischer *et al.*, 1996).

El objetivo de este trabajo es conocer la capacidad de especies herbáceas abundantes en pastos del centro de la Península Ibérica y de algunos matorrales invasores que se instalan tras el abandono de la actividad ganadera de ser transportados por el pelaje de oveja, empleando un método estandarizado que facilite la comparación de los resultados. Tradicionalmente se han considerado

especies adaptadas a la exozoocoria aquellas que incorporan en su fruto estructuras tales como apéndices (ganchos, espinas, aristas), glándulas o determinadas formas puntiagudas, como las de las gramíneas (Sorensen, 1986; Fenner, 2000). Partiendo de resultados obtenidos por otros autores (Sorensen, 1986; Fischer *et al.*, 1996) y por datos observacionales previos recogidos en nuestra zona de campo (Traba *et al.*, 2001) planteamos la hipótesis de que existen semillas sin adaptaciones aparentes a la exozoocoria que sin embargo pueden ser dispersadas con éxito por la piel de estos animales.

Material y métodos

Se utilizaron las diásporas de 14 especies herbáceas y leñosas del centro de la Península Ibérica, seleccionadas entre las más abundantes para recoger diferentes tipologías de peso y características morfológicas de la diáspora. Para la realización del experimento se utilizó un simulador mecánico que reproduce los movimientos del animal. El aparato consiste en un armazón metálico sobre el cual se colocan dos piezas de pelo de oveja fijadas a sendos paneles de 40x25 cm, una en posición vertical y otra horizontal y boca abajo. Las piezas así colocadas son agitadas por un brazo mecánico con una intensidad similar a la de un animal pastando. Sobre cada pieza de pelo se dejaron caer, desde unos 20 cm de distancia, 100 diásporas de cada una de las especies seleccionadas, recolectándose las que iban cayendo a intervalos de tiempo determinados durante las 6 horas que duró el experimento. Este procedimiento se repitió 4 veces. Se ha analizado mediante ANOVA de dos factores la capacidad de retención de las especies en función del peso de la diáspora y de la presencia de estructuras dispersivas.

Resultados

En general se observan unos valores muy elevados de retención, en particular para las especies herbáceas (Tabla 1). No se observan diferencias importantes en la capacidad de retención en función de la posición de las pieles (Tabla 1), siendo mayor la retención en diásporas con estructuras dispersivas ($p < 0.01$ tanto en posición horizontal como vertical). Sin embargo, la interacción significativa entre peso y superficie ($p < 0.05$ en posición horizontal y $p < 0.01$ en vertical) nos indica que la influencia del peso sólo aparece en diásporas sin estructuras dispersivas, disminuyendo la retención a medida que aumenta el peso ($p < 0.05$ para la posición horizontal y $p < 0.01$ para la vertical).

El perfil de retención en el tiempo de las diásporas de herbáceas es similar (Fig. 1). Las que no han quedado bien adheridas a la piel caen en el transcurso de los 2-4 primeros minutos del experimento. A partir de este momento su cantidad no varía apenas durante las restantes 6 horas, permaneciendo retenidas más del 80 % de las diásporas. En el caso de los matorrales, las semillas caen con mayor velocidad y el porcentaje de las que quedan retenidas al final del experimento es menor, siendo la similitud entre los perfiles menor que en el caso de las herbáceas (Tabla 1).

Figura 1: Evolución en el tiempo de la retención en la piel de oveja de las diásporas de especies herbáceas y de matorral colocadas en el panel horizontal boca abajo. Los puntos indican las medias y las barras verticales las desviaciones típicas.

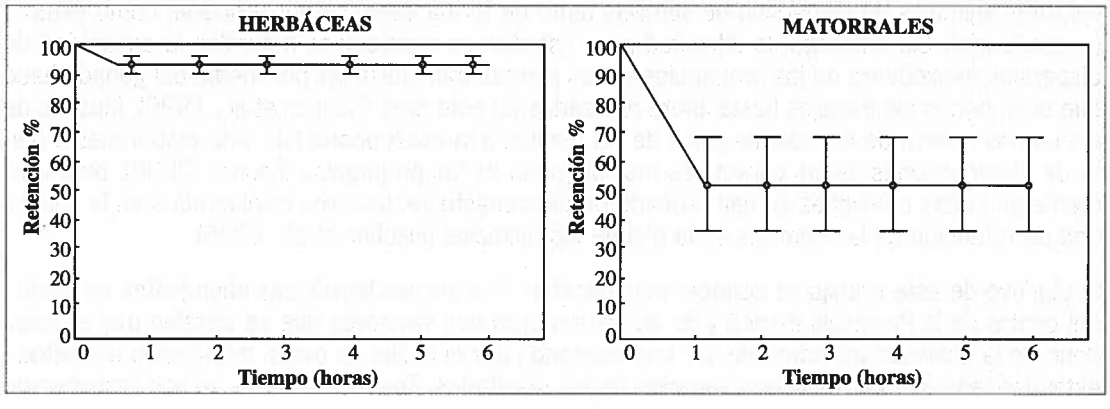


Tabla 1: Caracteres morfológicos y % de retención de diásporas (media±desv. típica) a 1 minuto, 1 hora y 6 horas de las especies utilizadas en las dos posiciones del simulador. Categorías de peso de semilla, en peso seco: bajo (<0.1 mg), medio (0.1-1 mg), alto (>1 mg). Categorías de superficie: lisa, con ganchos, aristada (se incluyen aristas, vilanos, etc.), ligeramente rugosa y rugosa.

			Retención (%)					
Especies Herbáceas	Caracteres diásporas		Posición horizontal			Posición vertical		
	Peso	Superficie	1 min	1 h	6h	1 min	1 h	6 h
Andryala integrifolia	Medio	Rugosa	95.00±1.63	91.25±2.75	90.00±2.94	95.00±0.00	91.00±3.16	89.75±4.03
Bromus tectorum	Alto	Arsitada	97.25±3.10	97.25±3.10	96.75±2.99	98.00±1.41	97.25±2.06	97.00±2.16
Cerastium semidecandrum	Bajo	Rugosa	98.75±1.50	95.00±1.83	94.75±2.21	98.50±0.58	92.25±7.63	90.0±10.13
Filago lutescens	Bajo	Aristada	97.25±1.71	95.75±3.40	95.75±3.40	95.25±3.10	91.75±3.30	91.00±3.37
Galium parisiense	Medio	Ganchos	94.50±1.73	90.75±2.87	89.00±1.41	94.75±2.63	91.00±1.41	89.75±1.26
Plantago lagopus	Medio	Lisa	93.25±1.71	88.00±4.08	87.50±3.79	90.00±6.68	86.00±5.03	84.50±5.00
Spergularia purpurea	Bajo	Ligeramente rugosa	98.50±1.29	95.25±1.71	94.75±1.71	99.5±1.00	94.75±4.99	93.25±6.13
Tolpis barbata	Medio	Aristada	99.00±0.81	97.75±2.22	97.50±1.91	99.0±0.82	97.75±1.26	97.50±1.29
Trifolium angustifolium	Alto	Aristada	99.00±1.41	98.50±1.73	98.50±1.73	99.00±1.41	96.25±5.19	95.25±5.50
Trifolium glomeratum	Medio	Aristada	95.25±1.50	93.50±3.11	93.25±3.10	92.75±3.77	91.25±4.71	90.75±4.86
Tuberaria guttata	Bajo	Ligeramente rugosa	97.75±1.50	94.50±2.38	93.75±2.22	98.25±0.96	93.75±4.65	92.75±6.40
Vulpia ciliata	Medio	Aristada	98.50±1.29	97.75±0.96	97.50±0.58	99.75±0.50	99.75±0.50	99.75±0.50
Matorrales								
Cytisus scoparius	Alto	Lisa	54.75±9.32	45.50±7.14	44.50±7.59	47.25±13.23	38.75±14.66	37.25±14.01
Lavandula stoechas	Medio	Lisa	70.75±17.95	62.50±19.84	61.50±19.64	75.50±10.91	66.75±11.12	63.75±12.42

Discusión

Todas las especies analizadas han mostrado una elevada tasa de retención, lo cual apunta a la potencialidad de la dispersión exozoócora en la dinámica de los pastos mediterráneos.

Tradicionalmente se han considerado especies dispersadas exozoócoramente aquellas que presentan algún tipo de estructura que facilite su adhesión a la superficie de un animal (Fenner, 2000). En este experimento, las especies con mayor porcentaje de retención presentan estructuras aristadas y barbadas (*Bromus tectorum, Vulpia ciliata, Trifolium angustifolium, Tolpis barbata*). Sin embargo, nuestra selección de especies incluye frutos de una gran variedad morfológica, entre los cuales se hallan algunos sin adaptaciones aparentes, como *Cerastium semidecandrum, Plantago lagopus, Spergularia purpurea* o *Tuberaria guttata*, lo cual pone de manifiesto que no es necesario poseer estructuras específicas para lograr una dispersión exitosa. Algunos autores han obtenido resultados similares, tanto en condiciones naturales (Fischer *et al.*, 1996; Poschlod *et al.* 1998), como en laboratorio (Carlquist y Pauly, 1985). Se ha postulado que la presencia de estructuras como ganchos, aristas o espinas pueden incluso resultar molestos para el animal, el cual trata de desprenderse de ellos en cuanto los detecta, mientras que, por ejemplo, un fruto liso y de pequeño tamaño tardará más tiempo en ser detectado (Sorensen, 1986; Kiviniemi, 1996).

Si bien Fisher *et al.* (1996) encontraron diferencias en la capacidad de captura de diásporas según las diferentes partes del cuerpo de la oveja, nuestros resultados no parecen indicar que la retención se vea afectada por su ubicación (horizontal frente a vertical).

La duración del experimento no nos permite establecer un tiempo óptimo de retención de las diásporas, dado que al concluir, la mayoría de los frutos depositados permanecían en la piel. Sin embargo, este dato por sí solo nos revela que la distancia potencial que pueden recorrer las semillas puede llegar a ser de varios kilómetros, ya que Carlquist y Pauly (1985) y Kiviniemi (1996) obtienen unos tiempos de retención mucho menores, que sin embargo son suficientes para que los frutos lleguen a alcanzar cerca de un kilómetro de distancia (Kiviniemi, 1996).

En el caso de los matorrales, Sorensen (1986) no considera que se encuentren especialmente favorecidos por la dispersión exozoócora, debido en parte al tamaño de los frutos, demasiado grandes para quedar retenidos en la piel del animal. Sin embargo, entre los matorrales mediterráneos existen especies cuyo tamaño de fruto sí les permite persistir durante tiempo suficientemente prolongado, tal y como se muestra en el presente trabajo, para el caso de *Lavandula stoechas* y *Cytisus scoparius*.

Conclusiones

La exozoocoria se muestra como un mecanismo de dispersión de gran relevancia en los pastos mediterráneos, que puede afectar a una mayor variedad de especies de las que en principio cabría esperar. La presencia de estructuras facilitadoras de la adhesión, tales como aristas, ganchos o barbas no resulta estrictamente necesaria para el éxito en la dispersión. Sin embargo se hacen necesarios más estudios experimentales que permitan establecer comparaciones entre diferentes floras y distintos tipos de hábitats.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT (AMB99-0382). Catherine Levassor fue de gran ayuda en los trabajos de campo. Agradecemos a Peter Poschlod su colaboración, incluida la cesión del simulador para realizar el experimento en la Universidad de Regensburg, Alemania.

Referencias bibliográficas

BONN, S.; POSCHLOD, P. 1998. *Ausbreitungs-biologie der Pflanzen Metteleuropas*. Ed. UTB, 404 pp. , Wiesbaden (Alemania).

CARLQUIST, S.; PAULY, Q. 1985. Experimental studies on epizoochorous dispersal in californian plants. *ALISO*, **11(2)**, 167-177.

FENNER, M., 2000. *Seeds. The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. Ed. CAB International. Southampton (Reino Unido).

FISCHER, S.; POSCHLOD, P.; BEINLICH, B. 1996. Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands. *Journal of Applied Ecology*, **33**, 1206-1222.

KIVINIEMI, K. 1996. A study of adhesive seed dispersal of three species under natural conditions. *Acta Bot. Neerl.*, **45(1)**, 73-83.

PECO, B; ESPIGARES, T.; LEVASSOR, C. 1998. Trends and fluctuations in species abundance and richness in Mediterranean annual grasslands. *Applied Vegetation Science*, **1**, 21-28.

POSCHLOD, P.; KIEFER, S.; TRÄNKLE, U.; FISCHER, S.; BONN, S. 1998. Plant species richness in calcareous grasslands as affected by dispersability in space and time. *Applied Vegetation Science*, **1**, 75-90.

SÁNCHEZ, A.; AZCÁRATE, F.M.; ARQUEROS, L.; PECO, B. 2002. Volumen y dimensiones como predictores del peso de semilla de especies herbáceas del centro de la Península Ibérica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, **59(2)**, 249-262.

SORENSEN, A. 1986. Seed dispersal by adhesion. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **17**: 443-463.

TRABA, J.; LEVASSOR, C.; PECO, B. 2001. Dispersión de semillas por adhesión en pastizales mediterráneos. Una aproximación experimental. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP, Alicante*. 129-133.

STANDARDISED MEASUREMENTS OF EXOZOOCHORIC DISPERSAL CAPACITY IN DRY GRASSLAND SPECIES

SUMMARY:

For many centuries, traditional grazing patterns have been involved in the evolutionary processes of Mediterranean plant communities. The influence of grazing in the dispersal of species in grasslands must therefore have played a key role in the dynamics of these systems. This study was an experimental analysis of the degree to which dry Mediterranean grassland species are susceptible to dispersal via livestock hides, in this case sheep. High levels of diaspore retention were detected in all selected species, especially grasses, even amongst those which apparently lack exozoochory-adapted structures. This suggests that hair-borne exozoochorous dispersal plays a more important role than is normally assumed.

Key words: fruit adherence, dispersal structures, exozoochory, grazing.

EFECTO DEL PASTOREO Y LA PERTURBACIÓN MECÁNICA DEL SUELO SOBRE LA SUPERVIVENCIA DE LAS PLÁNTULAS DE *LAVANDULA STOECHAS* SUBSP. *PEDUNCULATA*

A.M. Sánchez Alvarez y B. Peco

Dpto. Ecología. Universidad Autónoma de Madrid. E-mail: begonna.peco@uam.es

Resumen

En el presente trabajo se observa el efecto de dos tipos de perturbación, el pastoreo y la perturbación mecánica del suelo, en la supervivencia de las plántulas de *Lavandula stoechas* subsp. *pedunculata*. Para ello se cultivaron plántulas de esta especie y se introdujeron en una zona de pastizal de dehesa bajo distintos tratamientos experimentales, combinando la presencia/ausencia de ganado y la remoción/no remoción mecánica del suelo. Tanto la perturbación del suelo como la exclusión del ganado repercutieron positivamente sobre la supervivencia de las plántulas, observándose diferencias significativas en las funciones de supervivencia. Estos resultados son indicativos de los usos que pueden haber favorecido la colonización de numerosas zonas del centro de la península Ibérica por esta especie.

Palabras clave: colonización, *Labiatae*, matorral, mediterráneo, pastizal.

Introducción

La importancia de las perturbaciones sobre la vegetación ha sido puesta de manifiesto en gran variedad de ambientes. En la cuenca mediterránea, a las causas naturales de perturbación se unen desde antiguo otras directamente relacionadas con las actividades ganaderas y agrícolas (Naveh, 1982). En muchas áreas ha sido costumbre el aclarado de zonas de monte para transformarlas en pastizales o cultivo. Cuando el aclarado se hace de manera mecánica supone, además de la eliminación de la cubierta vegetal, la remoción de una capa variable de suelo. Este proceso se traduce en fuertes alteraciones físicas del medio, que limitan el desarrollo de la vegetación. Sin embargo hay especies que muestran cierto grado de adaptación para la colonización de estos medios. Así lo indica que ciertas especies muestren un incremento de su potencial reproductivo asociado a la perturbación del suelo (Herrera, 1997), pérdida de dormancia en las semillas del banco tras la remoción (Keeley y Baer-Keeley, 1999) o aumento de la supervivencia de las plántulas (Pugnaire y Lozano, 1997; Paynter *et al.*, 1998).

También el pastoreo es una práctica milenaria en la cuenca Mediterránea y no difiere cualitativamente de la acción de los herbívoros silvestres, lo que permite considerar el pastoreo como proceso típico del sistema. El ganado genera perturbaciones de muy diversa índole tales como el consumo de partes de la planta, el pisoteo de la vegetación, la remoción del suelo y las perturbaciones generadas en los lugares en los que libera sus excrementos y orina. Su influencia sobre la supervivencia de plántulas de especies leñosas varía de signo dependiendo de la intensidad del pastoreo. En algunos casos se ha observado como el consumo de las especies del pastizal confiere a las leñosas cierta ventaja en el aprovechamiento de los nutrientes (Brown y Archer, 1989),

pero esta ventaja varía en función del grado de consumo de las plántulas de leñosas (Auld, 1995). Con respecto al pisoteo, existen tanto estudios que muestran su efecto negativo en la supervivencia de las plántulas (Owens y Norton, 1992), como otros en los que no se ha detectado dicho efecto (Milton, 1994).

La coincidencia en la cuenca Mediterránea de perturbaciones naturales y antrópicas puede haber propiciado la selección de estrategias adecuadas para la supervivencia en medios muy perturbados (Lavorel *et al.*, 1999). Estas estrategias son evidentes entre algunos matorrales mediterráneos como el cantueso, *Lavandula stoechas* subsp. *pedunculata* (Miller) Samp. ex Rozeira (Herrera, 1992). La alta mortalidad durante la fase de plántula supone un cuello de botella en su dinámica poblacional (Herrera, 1997; Sánchez, 2001), por lo que la influencia que sobre su supervivencia tienen diferentes regímenes de perturbación es especialmente importante. En el caso de la remoción del suelo, el efecto esperado es positivo, ya que previsiblemente las plántulas que crecen sobre suelo removido desarrollan su raíz y acceden antes a capas profundas del suelo, donde la disponibilidad de agua es mayor. En cuanto al ganado, se considera la hipótesis de que el efecto del pastoreo sea negativo sobre la supervivencia de las plántulas, debido al pisoteo y al consumo de las mismas.

Material y métodos

El estudio se realizó en la Dehesa de Moncalvillo, situada en el piedemonte de la Sierra de Guadarrama (Madrid), y en la que pasta ganado vacuno y caballar. Consistió en la introducción de plántulas de cantueso en el pastizal de la dehesa, siguiendo un diseño factorial de dos variables independientes: perturbación del suelo (P) y presencia de ganado (G). Para cada uno de ellos se definieron dos niveles (ausencia -, y presencia +) que se combinaron en un total de cuatro tratamientos: (P-,G+), o condiciones control, suelo no removido y pastoreo; (P-,G-), suelo no removido sin pastoreo; (P+,G+), suelo removido con pastoreo; (P+,G-), suelo removido sin pastoreo.

La perturbación consistió en remover los diez centímetros superficiales del suelo con una sonda metálica de cuatro cm de diámetro. Para evitar el pastoreo se dispusieron pequeñas exclusiones, 8 cm de diámetro por 15 cm de altura, de malla metálica de 1 cm de luz alrededor de las plántulas. Las réplicas (n=50 por tratamiento) se dispusieron al azar en zonas de pastizal seco, a un mínimo de 10 metros entre sí. Las plántulas se visitaron mensualmente de Abril a Septiembre de 1999. En cada visita se anotó si las plántulas estaban vivas y la causa de su muerte en caso de que existiesen indicios en algún sentido. Las plántulas utilizadas se cultivaron en una zona cercana a la dehesa, en alvéolos plásticos y con semillas y tierra procedentes del área de estudio.

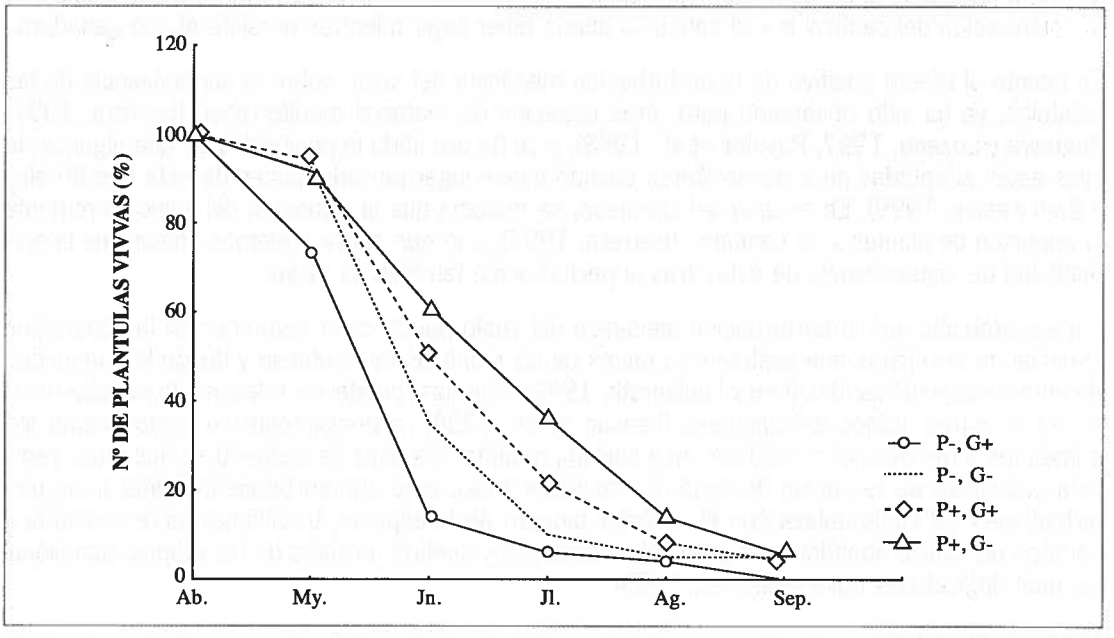
Tras descontar las plántulas dañadas a lo largo del estudio, el número final de muestras empleadas en los análisis fue de (P-,G+)=50, (P-,G-)=40, (P+,G+)=50 y (P+,G-)=36. La alta mortalidad observada en todos los tratamientos impidió comprobar el efecto de los tratamientos aplicados sobre el número de supervivientes. Por ello, se decidió hacer un seguimiento del patrón de mortalidad de las plántulas a través de funciones de supervivencia. Estas se compararon entre sí dos a dos con el test de la F de Cox. Se aplicó la corrección secuencial de Rice para estimas múltiples (Rice, 1989), para los niveles de significación α=0,1 y α=0,05.

Resultados

Del total de 176 plántulas sólo sobrevivieron el periodo completo de estudio 6, un 3,5 %. La desecación fue la causa de mortalidad en el 82,4 % de los casos. En el grupo de plántulas (n=100) que estaban expuestas a la acción del ganado, el 68,4 % murieron por desecación y el 31,6 % restante por la acción de los herbívoros. Alrededor del 12 % de las bajas por desecación tuvieron lugar en los quince primeros días. Gran parte del resto de las bajas debidas al estrés hídrico, un 80 %, tuvieron lugar al final de la primavera y principios del verano, de modo que a principios de agosto apenas quedaban plántulas vivas en los tratamientos en los que no se había removido el suelo (Fig.

1). En los que sí se había removido, aproximadamente el 10 % de las plántulas aún vivían en el mes de agosto, pero sólo cuatro de ellas consiguieron superar el periodo de estío completo. La incidencia de muertes debidas a la acción del ganado se concentró principalmente durante la primavera, con un 80 % de las bajas asociadas con esta causa registradas antes del 11 de Junio.

Figura 1: Evolución de la mortalidad durante el periodo completo de estudio para cada uno de los tratamientos aplicados. P: perturbación del suelo; G: ganado; +/–: presencia/ausencia.



Tanto la remoción del suelo, en mayor medida, como la protección contra los herbívoros suponen un incremento significativo del tiempo que sobreviven las plántulas con respecto a las condiciones control (Tabla 1). Cuando los dos tratamientos se aplican juntos, los efectos de ambos se suman de manera que el tiempo que permanecen los cantuesos vivos es mayor.

Tabla 1: Resultados del test de Cox obtenidos al comparar las funciones de supervivencia en los diferentes tratamientos dos a dos. (*,**) Los valores de p marcados con un y dos asteriscos son aquellos que resultaron significativos tras aplicar la corrección secuencial de Rice para α=0,1 y α=0,05, respectivamente. En negrita los factores que se comparan en cada test.

TRATAMIENTOS	F	g.l.	P
P- G+, P+G-	2.36	100, 68	0.0001**
P- G+, **P+**G+	2.03	100, 96	0.0003**
P- **G+**, P-**G-**	1.64	100, 76	0.0125**
P+ G-, **P-**G-	1.60	68, 76	0.0236*
P- G-, P+G+	1.03	76, 96	0.108
P+ **G+**, P+**G-**	1.26	68, 96	0.145

Discusión

La alta mortalidad de las plántulas durante el primer año de vida ha sido observada en varias especies de matorral mediterráneo (García-Fayos y Verdú, 1998; Paynter *et al.*, 1998; Rey y Alcántara, 2000). En el caso de *Lavandula stoechas* (Herrera, 1997), incluso bajo regímenes especiales de perturbación, en los que las plántulas muestran una considerable aceleración de su crecimiento, la mortalidad por desecación durante el primer periodo de estío es muy elevada. Este hecho ha llevado a diversos autores a sugerir que el reclutamiento de nuevos individuos sólo tiene lugar en años climáticamente favorables o cuando existen regímenes de perturbación adecuados (Mil-

ton, 1995). En este caso, la alta mortalidad de las plántulas impide establecer una relación entre su supervivencia y los tratamientos aplicados. Sin embargo, sí se ha comprobado la existencia de diferentes curvas de supervivencia que implican que la perturbación del suelo y la presencia de ganado influyen sobre la mortalidad.

El pastoreo de intensidad media-alta actúa negativamente sobre la supervivencia de las plántulas debido a los daños directos que provoca sobre las mismas. Por tanto, parece poco probable que la colonización del pastizal por el cantueso pueda tener lugar mientras persiste el uso ganadero.

En cuanto al efecto positivo de la perturbación mecánica del suelo sobre la supervivencia de las plántulas, ya ha sido observado para otras especies de matorral mediterráneo (Herrera, 1997; Pugnaire y Lozano, 1997; Paynter *et al.*, 1998), y se ha discutido la posibilidad de que algunas de ellas estén adaptadas para desarrollarse cuando tienen lugar perturbaciones de este tipo (Keeley y Baer-Keeley, 1999). En el caso del cantueso, se conocía que la remoción del suelo incrementa la aparición de plántulas de cantueso (Herrera, 1997), a lo que ahora podemos añadir que la probabilidad de supervivencia de éstas tras la perturbación también es mayor.

Parece probable que la perturbación mecánica del suelo pueda estar favoreciendo la separación espacial de los nichos que explotan las raíces de las plántulas de cantueso y las de la comunidad de herbáceas establecidas (Lee y Laulenroth, 1994). Además, puede ser relevante la notable resistencia al estrés hídrico del cantueso (Lansac *et al.*, 1994), especialmente en suelos como los sometidos a remociones periódicas, que suelen presentar escasez de elementos finos y una reducida capacidad de retención de agua. En cualquier caso, este comportamiento frente a las perturbaciones del suelo enlaza con el carácter pionero de la especie, tradicionalmente asociada a campos de cultivo abandonados y a suelos arenosos y sueltos, propios de las etapas sucesionales más degradadas (Rivas-Martínez, 1990).

Conclusiones

La perturbación mecánica del suelo y el pastoreo son dos prácticas que pueden influir en la colonización por el cantueso de pastos anuales, a través de su incidencia en la probabilidad de supervivencia de las plántulas de esta especie. Concretamente, la colonización resulta más probable en medios en los que se ha producido un proceso de desagregación del suelo, por ejemplo a través de una roturación o de procesos erosivos, y en los que no existe una carga ganadera elevada durante las primeras etapas del desarrollo de las plántulas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT (AMB99-0382).

Referencias bibliográficas

AULD, T. D., 1995. Seedling survival under grazing in the arid perennial *Acacia oswaldii*. *Biological Conservation*, **72**, 27-32.

BROWN, J. R.; ARCHER, S., 1989. Woody plant invasion of grassland: Establishment of honey mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*) on sites differing on herbaceous biomass and grazing history. *Oecologia*, **80**, 19-26.

GARCÍA-FAYOS, P.; VERDÚ, M., 1998. Soil seed bank, factors controlling germination and establishment of a Mediterranean shrub: *Pistacia lentiscus* L. *Acta Oecologica*, **19(4)**, 357-66.

HERRERA, C. M., 1992. Historical effects and sorting processes as explanations for contemporary ecological patterns: Character syndromes in Mediterranean woody plants. *The American Naturalist*, **140(3)**, 421-46.

HERRERA, J., 1997. Effects of disturbance on the reproductive potential of *Lavandula stoechas*, a Mediterranean Sclerophyllus Shrub. *Ecography*, **20**, 88-95.

KEELEY, J. E.; BAER-KEELEY, M., 1999. Role of charred wood, heat-shock, and light in germination of postfire phrygana species from the eastern Mediterranean Basin. *Israel Journal of Plant Sciences*, **47**, 11-16.

LANSAC, A. R.; ZABALLOS, J. P.; MARTÍN, A., 1994. Seasonal water potential changes and proline accumulation in Mediterranean shrubland species. *Vegetatio*, **113**, 141-54.

LAVOREL, S.; ROCHETTE, C.; LEBRETON, J. D., 1999. Functional groups for response to disturbance in Mediterranean old fields. *Oikos*, **84**, 480-498.

LEE, C. A.; LAULENROTH, W. K., 1994. Spatial distribution of grass and shrub root system in the shortgrass steppe. *American Midland Naturalist*, **132**, 117-23.

MILTON, S. J., 1994. Growth flowering and recruitment of shrubs in grazed and in protected rangeland in the arid Karoo, South Africa. *Vegetatio*, **111**, 17-27.

MILTON, S. J., 1995. Spatial and temporal patterns in the emergence and survival of seedlings in arid Karoo shrubland. *Journal of Applied Ecology*, **32**, 145-56.

NAVEH, Z., 1982. Mediterranean landscape evolution and degradation as multivariate biofunctions: Theoretical and practical implications. *Landscape Planning*, **9**, 125-46.

OWENS, M. K.; NORTON, B. E., 1992. Interactions of grazing and plant protection on basin big sagebrush (*Artemisia tridentata* ssp. *tridentata*) seedling survival. *Journal of Range Management*, **45**, 257-62.

PAYNTER, Q.; FOWLER, S. V.; MEMMOTT, J., 1998. Factors affecting the establishment of *Cytisus scoparius* in southern France: Implications of managing both native and exotic populations. *Journal of Applied Ecology*, **35**, 582-95.

PUGNAIRE, F. I.; LOZANO, J., 1997. Effects of soil disturbance, fire and litter accumulation on the establishment of *Cistus clusii* seedlings. *Plant Ecology*, **0**, 1-7.

REY, P. J.; ALCÁNTARA, J. M., 2000. Recruitment dynamics of a fleshy-fruited plant (*Olea europaea*): Connecting patterns of seed dispersal to seedling establishment. *Journal of Ecology*, **88**, 622-33.

RICE, W. R., 1989. Analyzing tables of statistical test. *Evolution*, **43(1)**, 223-25.

RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1990. Vegetación de la Sierra de Guadarrama. *Itinera Geobotanica*, **4**, 38.

SÁNCHEZ, A. M., 2001. *Colonización y regeneración de Lavandula stoechas subsp. pedunculata en un paisaje agrario abandonado de la Sierra de Guadarrama*. Tesis doctoral. U.A.M.

EFFECTS OF GRAZING AND SOIL DISTURBANCE ON *LAVANDULA STOECHAS* SUBSP. *PEDUNCULATA* SEEDLING SURVIVAL

SUMMARY

This study observes the effect of two types of disturbance, grazing and mechanical soil disturbance, on *Lavandula stoechas* subsp. *pedunculata* seedling survival. Seedlings were planted in a dehesa grassland under four experimental treatments: grazing and soil tilling, grazing without tilling, tilling without grazing and neither grazing nor tilling. Both tilling and grazing exclusion had positive effects on seedling survival, with significant differences in the survival functions between treatment. The results indicate the types of land use that could have encouraged the colonisation of many parts of central Iberia by the species.

Key words: colonization, grassland, *Labiatae*, mediterranean, shrubland.

VARIACIONES TEMPORALES DE LA VEGETACIÓN HERBÁCEA DESARROLLADA BAJO UNA CUBIERTA DE *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS* DEHNH.

T. Buyolo y J.C. Escudero

Área Ecología. Dpto. Física. Universidad de Extremadura. Avda. de Elvas s/n 06071 Badajoz.

Resumen

Se ha analizado la composición florística constituyente del estrato herbáceo acompañante de un eucaliptal, a lo largo de un período de 11 años. Se ha establecido cuál es el grupo de especies característico de este sistema, grupo constituido por dos especies constantes en su aparición a lo largo de todos los años de estudio, *Agrostis castellana* Boiss. & Reuter y *Briza maxima* L., y cuatro especies frecuentes, *Dactylis glomerata* L., *Ornithopus compressus* L., *Ranunculus bullatus* L. y *Rumex angiocarpus* Murb. También se ha establecido la representatividad de las distintas familias en las que se incluyen la totalidad de las especies localizadas, comprobando cómo la familia *Poaceae* es la más característica de este sistema de eucaliptal.

También se ha realizado una evaluación cuantitativa de esta cubierta herbácea, mediante el cálculo de la riqueza florística e índice de diversidad de Sahnnon. Los valores de ambos índices aumentaron con el transcurso del período de estudio, es decir, el número de especies y su diversidad aumentan con la madurez del sistema.

Palabras Clave: composición herbácea, riqueza florística, diversidad, eucaliptal.

Introducción

La política de repoblaciones llevada a cabo en España en el primer cuarto del siglo XX conllevó que amplias áreas ocupadas por vegetación autóctona fueran sustituidas por nuevas formaciones de especies arbóreas foráneas, como es el caso de las repoblaciones efectuadas con distintas especies del género *Eucalyptus*. Se han utilizado más de 600 especies diferentes en estas labores de repoblación en todo el mundo (Tyynelä, 2001) dado su rápido crecimiento al ser árboles muy buenos productores de madera útil en su uso como combustible, unido a que en general presentan pocos requerimientos nutricionales y pueden desarrollarse fácilmente en áreas de clima seco (Hillis y Brown, 1984).

Pero estas actuaciones, aunque puedan presentar beneficios para la comunidad han sido muy criticadas, y fundamentalmente el uso de eucaliptos, por razones de su capacidad alelopática y por tanto de exclusión de otras especies o favorecer la erosión (Kumar, 1991; Poore y Fries, 1985).

Diversos estudios comparativos entre áreas ocupadas por eucaliptales y zonas de vegetación autóctona, revelan que aunque la presencia de eucaliptos empobrece la riqueza de especies herbáceas acompañantes (Poore y Fries, 1985; Mathur et al., 1980), pueden mantener una cubierta

herbácea con especies características y propias de este nuevo sistema, no teniendo por qué coincidir, ni en presencia ni en abundancia, con las desarrolladas en comunidades adyacentes autóctonas (Poore y Fries, 1985). Además, esta vegetación acompañante incrementa su complejidad y diversidad a medida que transcurre más tiempo desde que se realizó la repoblación (Tyynelä, 2001; Bone et al., 1997).

El principal objetivo de este trabajo, es determinar cuáles son las especies herbáceas más características de un eucaliptal de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., y comprobar su evolución a lo largo del tiempo.

Material y método

Descripción de la zona

El área de estudio se localiza en la Comarca de Campo Arañuelo, en el noreste de la región extremeña. El sistema de vegetación dominante en toda la zona son los encinares (*Quercus rotundifolia* Lam.). El área de muestreo está formada por un sistema de repoblación de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., situado en la ladera de una de las elevaciones del territorio, de aproximadamente 50 años de edad. Prácticamente no existe estrato arbustivo acompañante, tan solo algunos individuos de *Cistus ladanifer* L., *Cytisus multiflorus* (L´Hér.) o *Rubus ulmifolius* Schott.

Análisis de los datos

En la zona de estudio se viene realizando un seguimiento cuantitativo de la vegetación herbácea, en un período que abarca de1990 a 2000. La valoración se ha efectuado mediante muestreos de frecuencias, considerando como unidad de muestreo, un cuadrado de 50 x 50 cm, subdividido en 25 cuadrados. Se contabiliza la frecuencia de una determinada especie como el número de subcuadrados en los que aparece. Se tomaron 40 muestras de frecuencia, 10 para cada una de las estaciones del año. El conjunto de datos obtenidos a lo largo de los 11 años de estudio ha sido analizado desde el punto de vista de composición florística, es decir, qué especies herbáceas se han desarrollado en este sistema forestal y a qué familias pertenecen, y a partir de los datos de frecuencias se ha llevado a cabo el cálculo de los siguientes índices (Magurran, 1989): Riqueza florística (número de especies contabilizadas) y Diversidad específica (calculada a partir del Índice de Shannon (1949)).

Resultados y discusión

Evolución de la composición de especies

El total de especies que se han contabilizado en el área de estudio y a lo largo de los 11 años ha sido de 35, que se incluyen en 14 familias diferentes (Tabla 1). Al calcular el grado de aparición en el total de años estudiados, es posible establecer cuál es el grupo de especies características del eucaliptal, así como las familias predominantes.

Agrostis castellana Boiss. & Reuter y *Briza máxima* L., constituyen el limitado grupo de las especies que han aparecido en la totalidad de los años, es decir, son especies denominadas *constante*. Es posible incrementar este grupo de especies típicas, al contabilizar aquellas especies que aparecen en más del 50 % de los años analizados, las denominadas *frecuentes*. En este caso el número se incrementa hasta cuatro especies más, *Dactylis glomerata* L., *Ornithopus compressus* L., *Ranunculus bullatus* L. y *Rumex angiocarpus* Murb. Estas seis especies constituyen la vegetación herbácea característica de este sistema de repoblación de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

Este grupo de especies muestra una predominancia de las gramíneas (Loumeto y Huttel, 1997; Geldenhuys, 1997), ya que tres de las especies contabilizadas pertenecen a esta familia, siendo dos de ellas perennes, *Agrostis castellana* Boiss. & Reuter y *Dactylis glomerata* L.

Tabla 1: Valores de Riqueza florística, nº de familias en las que se engloban las especies contabilizadas y Diversidad, en cada uno de los años de estudio.

Año de estudio	Riqueza floristica	Nº de Familias	Diversidad
1990	6	3	1,7
1991	7	4	1,5
1992	7	4	1,5
1993	8	4	1,1
1994	4	2	1,2
1995	8	4	1,3
1996	15	8	2,2
1997	5	3	1,3
1998	15	8	2,3
1999	9	7	1,4
2000	16	5	2,3
Total 11 años	35	14	–

Junto con estas especies *constantes* y *frecuentes*, es posible encontrar otro amplio grupo, cuya aparición se denomina *esporádica*, al localizarse en uno solo de los años estudiados. Quedan incluidas 16 especies repartidas en una amplia variedad de géneros y familias, lo que indica una gran versatilidad en cuanto a las distintas especies que pueden germinar y desarrollarse bajo un eucaliptal (*Aegilops geniculata* Roth., *Asphodelus aestivus* Brot., *Campanula rapunculus* L., *Crucianella angustifolia* L., *Hypochaeris glabra* L., *Lathyrus angulatus* L., *Mollineriella laevis* (Brot.), *Ornithopus pinnatus* (Miller), *Ranunculus bulbosus* L., *Sanguisorba minor* Scop., *Scabiosa ssp.*, *Sesamoides canescens* (L.), *Sonchus oleraceus* L., *Stellaria media* (L.), *Taraxacum obovatum* Van Soest, *Vulpia myuros* (L.)).

Respecto al análisis de qué familias son las que contribuyen con mayor número de especies a la composición de este estrato herbáceo, la Tabla 2 muestra como con un 39,6 % de representación, la familia *Poaceae* es la que contabiliza más especies diferentes. En orden decreciente aparecen las familias *Asteraceae* (18,8 %) y *Fabaceae* (12,9 %). Nuevamente se confirma que las gramíneas son la familia característica, posiblemente por presentar una elevada capacidad para colonizar estas áreas alteradas (Tyynelä, 2001).

Las familias menos representadas son *Campanulaceae*, *Caryophyllaceae*, *Dipsacaceae*, *Liliaceae*, *Resedaceae*, *Rosaceae* y *Rubiaceae*, todas ellas con un porcentaje de representación del 1,0 %, mostrando nuevamente amplia variabilidad en cuanto a la capacidad de desarrollar y mantener diferentes tipos de vegetación herbácea en este sistema arbóreo.

Evolución de la Riqueza florística y Diversidad

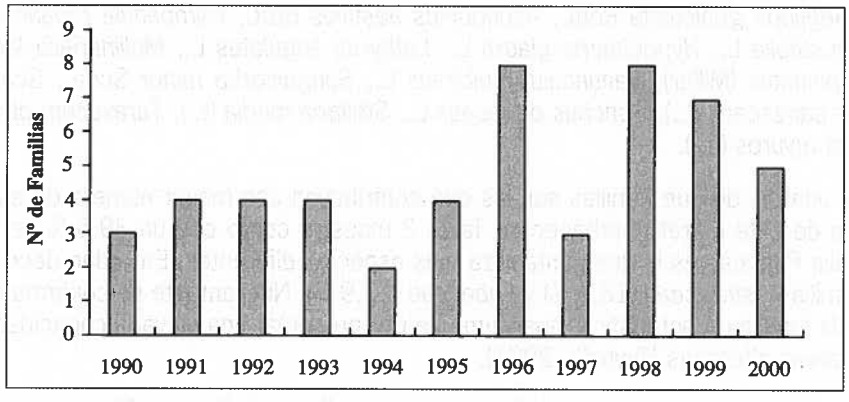
A la hora de abordar el análisis de la riqueza florística, es posible realizarlo desde un doble punto de vista, en función del número de especies recolectadas en cada uno de los 11 años de estudio o bien estableciendo la evolución temporal del número de familias presentes en cada año (Tabla 1).

La Fig. 1 recoge la evolución que sigue el número de familias contabilizadas a lo largo del período de estudio, observándose claramente que se produce un incremento en dicho número a medida que transcurren los años, es decir, a medida que el sistema consigue mayor madurez (Bone et al., 1997). El valor mínimo corresponde al año 1994, rompiendo la tendencia hacia valores superiores, pero este año junto con 1997 que también supone un descenso en el número de familias recolectadas, recibieron una precipitación primaveral muy escasa (49,5 mm y 0,1 mm respectivamente), afectando de manera crucial al desarrollo y mantenimiento de la cubierta herbácea. Los valores máximos se registran en 1996 y 1998, con 8 familias diferentes en cada año, y 1999 con 7 familias diferentes.

Tabla 2: Lista de familias contabilizadas a lo largo de los 11 años de estudio, número de especies que se incluyen en cada una de ellas y porcentaje de representatividad de cada familia.

Familias	Nº de especies	% de representación
Apiaceae	2	2,0
Asteraceae	19	18,8
Campanulaceae	1	1,0
Caryophyllaceae	1	1,0
Dipsacaceae	1	1,0
Fabaceae	13	12,9
Liliaceae	1	1,0
Poaceae	40	39,6
Polygonaceae	7	6,9
Ranunculaceae	7	6,9
Resedaceae	1	1,0
Rosaceae	1	1,0
Rubiaceae	1	1,0
Scrophulariaceae	5	5,0

Figura 1: Número de familias diferentes que aparecen en cada año de estudio.



Con el cálculo del índice de diversidad (Tabla 1), se obtiene una mayor equiparación en los diferentes años estudiados. Aparecen tres años con diversidades máximas 1996, 1998 y 2000, pero el resto mantienen diversidades muy similares, minimizando las diferencias existentes en los valores de riqueza (Fig. 2). De manera paralela a los análisis anteriores, los valores máximos de diversidad se corresponden con las etapas de más edad de este eucaliptal y por lo tanto, se sigue consiguiendo una cubierta herbácea más rica y más diversa a medida que el sistema es más viejo y se le supone, más maduro.

La Fig. 3 muestra conjuntamente los valores de diversidad (barras) y riqueza florística (línea) en cada uno de los años de estudio, permitiendo comprobar las mayores diferencias entre años para los valores de riqueza florística, mientras que en el cálculo de diversidad estas diferencias son menores. Esto implica que en los años de mínimas riquezas, 1990, 1994 o 1997, se recolectaron un número escaso de especies diferentes, pero sus frecuencias de aparición, es decir, el número de individuos que las estaban representando, era elevado, permitiendo que se consigan índices de diversidad iguales o superiores a años con mayor valor de riqueza florística, como 1991, 1992 o 1993.

Figura 2: Valores de Riqueza de especies calculados para cada año de estudio.

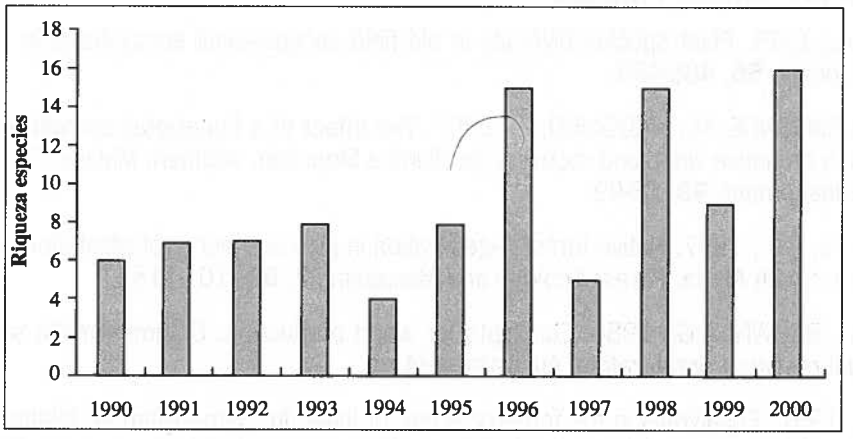
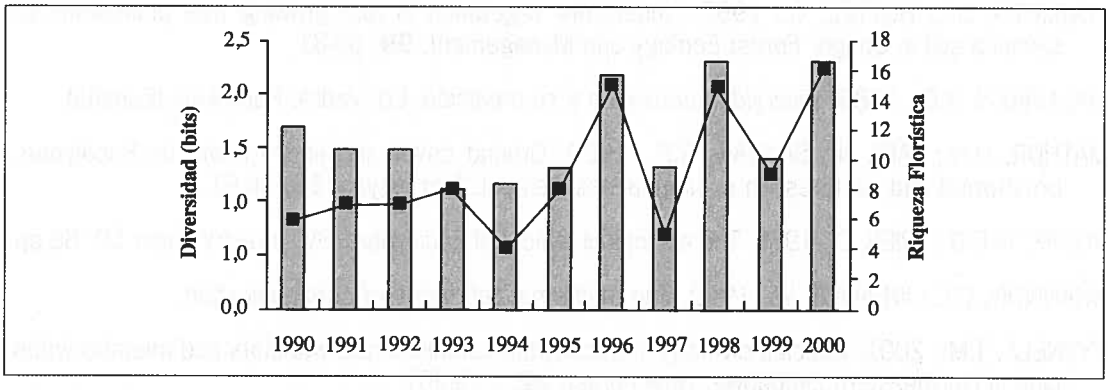


Figura 3: Valores de Diversidad (barras), referidos a cada año de estudio, frente a los correspondientes valores de Riqueza florística (línea).



Conclusiones

Al establecer el grado de constancia de las especies a lo largo del período de estudio, es posible establecer como especies constantes *Agrostis castellana* Boiss. & Reuter y *Briza maxima* L. También aparece un grupo de cuatro especies que es posible denominarlas como frecuentes, ya que aparecen en más del 50% de los años de muestreo, *Dactylis glomerata* L., *Ornithopus compressus* L., *Ranunculus bullatus* L. y *Rumex angiocarpus* Murb. Estas seis especies constituirían la vegetación herbácea característica de este sistema de eucaliptal.

En cuanto a la familia más representada, se corresponde con *Poaceae*.

Tras el análisis cuantitativo de los valores de riqueza florística calculados, la evolución a lo largo del tiempo lleva a un incremento paulatino del número de especies recolectadas y de familias representadas, consiguiendo los máximos valores en los últimos años del estudio.

En cuanto a los valores de diversidad, existe una mayor semejanza entre los años con menores valores de riqueza florística, es decir, en los años en los que la vegetación herbácea está integrada por un menor número de especies, estas lo hacen con una mayor frecuencia de aparición, es decir son más abundantes.

Referencias bibliográficas

BAZZAZ, F.A., 1975. Plant species diversity in old field successional ecosystems in southern Illinois. *Ecology*, **56**, 485-488.

BONE, R.; LAWRENCE, M.; MAGOMBO, Z., 1997. The effect of a *Eucalyptus camaldulensis* (Dehn) plantation on native woodland recovery on Ulumba Mountain, southern Malawi. *Forest Ecology andMmanagement*, **99**, 83-99.

GELDENHUYS, C.J., 1997. Native forest regeneration in pine and eucalypt plantations in Northern Province, South Africa. *Forest Ecology and Management*, **99**, 101-115.

HILLIS, W.E.; BROWN, A.G., 1984. Eucalypts for wood production. *Commonwealth scientific and industrial research organization*. Australia. 434 pp.

KUMAR, V., 1991. *Eucalyptus* in the forestry scene of India. In: *Symposium on intensive forestry: The role of Eucalyptus. International Unión of forestry research organizations. Durba. South Africa*. 1105-1116.

LOUMETO, J.J.; HUTTEL, C., 1997. Understory vegetation in fast growing tree plantations on savanna soil in Congo. *Forest Ecology and Management*, **99**, 65-81.

MAGURRAN, A.E., 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ed. Vedrá, Barcelona (España).

MATHUR, H.N.; JAIN, N.; SAJWAN, S.S., 1980. Ground cover and undergrowth un Eucalyptus, brushwood and sal forest-an ecological assessment. *Van Vigyan*, **18**, 56-61.

POORE, M.E.D.; FRIES, C., 1985. The ecological effects of *Eucalyptus*. FAO forestry paper 59. 88 pp.

SHANNON, C.E.; WEAWER, W., 1949. *The mathematical theory of communication*.

TYYNELÄ, T.M., 2001. Species diversity in *Eucalyptus camaldulensis* woodlots and miombo woodland in Northeastern Zimbabwe. *New Forest*, **22**: 239-257.

TEMPORA VARIATIONS OF THE HERBS GROWING UNDER A COVER OF *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS* DEHNH

SUMMARY

We analysed the flora composition of the herbaceous stratum accompanying a eucalyptus stand over a period of 11 years, establishing the group of species that is characteristic of this system. It consists of two species that were constant in their presence in each year of the study *Agrostis castellana* Boiss. & Reuter and *Briza máxima* L., and four frequent species *Dactylis glomerata* L., *Ornithopus compressus* L., *Ranunculus bullatus* L., and *Rumex angiocarpus* Murb. We also established the representativity of the different Families of all the species located, finding that the most abundant and hence the most characteristic of this eucalyptus system are the *Poaceae*.

We quantified this herbaceous cover by calculating the flora richness and the Shannon diversity, confirming a trend towards maximum values in both indices over the course of the study period, i.e., both the number of species and their diversity increase with the maturity of the system.

Key words: herbaceous composition, flora richness, diversity, eucalipts.

FERTILIDAD Y ARQUITECTURA REPRODUCTIVA EN POBLACIONES DE *Pseudarrhenatherum longifolium*

P. Lorenzo, M. Pestaña y J. Montalvo

Laboratorio de Ecología Aplicada, Departamento de Ecología y Biología Animal. Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo. As Lagoas-Marcosende. 36200 Vigo (Pontevedra).

Resumen

La necesidad de encontrar especies vegetales, adaptadas a condiciones adversas, para proyectos de restauración ambiental justifica el estudio de *Pseudarrhenatherum longifolium*.

Se estudiaron dos poblaciones silvestres de *P. longifolium* (tortero) en hábitats contrastados en la disponibilidad de luz: matorral y pinar. Se examinaron diferentes indicadores de la capacidad reproductiva y el efecto de los herbívoros, sobre ésta. La arquitectura reproductiva del tortero varía en función del hábitat aumentando el número de semillas con la longitud de la panícula más en matorral que en pinar. Sin embargo, la producción de panículas y de semillas no presenta diferencias entre hábitats. Aunque, el consumo por herbívoros de panículas y semillas es relevante (alrededor del 45 %) no es distintivo entre ambos hábitats.

Palabras clave: alometría, semillas, tasa de reproducción, caballos.

Introducción

La búsqueda de especies vegetales óptimas para proyectos de revegetación, justifica el estudio del tortero falso, *Pseudarrhenatherum longifolium.* Esta especie de gramínea perenne es común en los montes de Galicia y vive en suelos relativamente pobres en nutrientes de distintos hábitats.

El presente trabajo consiste en el estudio de dos poblaciones silvestres de tortero de dos hábitats netamente contrastados. La variación en los recursos disponibles puede afectar a la abundancia y reproducción de gramíneas perennes (Schippers y Olff, 2000). En particular el crecimiento de las especies depende de la capacidad de éstas para capturar recursos tales como luz y nutrientes. Entre los estudios realizados hasta ahora sobre tortero, el más relevante para el conocimiento ecológico de esta especie arroja datos sobre su germinación (González-Rabanal *et al.*, 1994). No se conoce ninguno sobre su reproducción, ni sobre cómo afectan los herbívoros a ésta. Los objetivos de este trabajo son: (a) establecer un método sencillo para estimar la producción de semillas por planta, y (b) evaluar la fertilidad poblacional y la importancia del posible efecto de los herbívoros.

Material y métodos

Se estudiaron poblaciones de tortero falso, *Pseudarrhenatherum longifolium* (Thore) Rouy var. 'cabaleira', de dos tipos de hábitats del área rural de Vigo (Pontevedra).

Uno de los hábitats es un matorral-brezal bajo, dominado por *Ulex micranthus* y *Erica umbellata.* El otro hábitat se trata de un pinar de *Pinus pinaster* con sotobosque dominado por *Pteridium aqui-*

linum y *U. europaeus*. En ambos hábitats, además del tortero, también es abundante el ecotipo castrexa de panasco (*Agrostis curtisii*). El suelo de ambos es ácido, clasificado como Dystrudept según la Soil Taxonomy de 1998. Pero ambos hábitats se diferencian en la textura del suelo, condiciones de luz, humedad y materia orgánica. De manera que el pinar posee una textura franco-arcillo-arenosa, un déficit intenso de luz y mayor cantidad de materia orgánica y más humedad que el matorral. En éste, la textura es franco-arenosa, no existe déficit de luz y la cantidad de materia orgánica y la humedad son menores (Navia, en realización). En ambos casos pastan caballos salvajes en régimen extensivo con baja densidad.

El estudio consistió en el muestreo de cinco parcelas de 20x10 m situadas al azar en cada hábitat. Dentro de cada una de ellas se han situado al azar 10 cuadrados de 50x50 cm. En cada cuadrado se midieron las variables de densidad y cobertura y se tomó el individuo más cercano al centro del mismo. La densidad de tortero se estimó mediante recuento directo en campo del número de individuos en cada cuadrado. Mientras que la cobertura se estimó como el porcentaje de superficie del cuadrado, ocupada por esta especie. Para ello se utilizó una escala de abundancia de cinco grados. De cada individuo muestreado se contó el número de panículas completas (parte ramificada de la inflorescencia) y las que han sufrido predación (aparecen cortadas). A continuación se seleccionaron 100 panículas de cada hábitat, en las que se midió su longitud y se contó el número de semillas. Estas 100 panículas se escogieron a razón de 20 panículas escogidas al azar entre las plantas reproductoras de cada parcela. Del resto de panículas de las demás plantas reproductoras, sólo se midió su longitud.

Para estimar el número de semillas que produce una planta se han estimado, modelos de regresión, diferentes en cada hábitat, relacionando la longitud de la panícula con el número de semillas por panícula, según la ecuación $Y=aX^b$. A partir de estos modelos, con la longitud de todas las panículas de cada planta hemos estimado el número total de semillas de cada planta. El valor de b de los modelos se ha contrastado mediante el test t de Student que los compara entre si y si son alométricas ($b \neq 1$).

Se han estimado indicadores de la reproducción anual de forma análoga a como se hace con una cohorte, aunque existan plantas de distinta edad. Como parámetros indicadores de fertilidad o capacidad reproductiva de la población se han medido: (a) porcentaje de individuos reproductores, que son aquellas plantas con una o más panículas; (b) tasa bruta de reproducción, estimada como el número total medio anual de panículas o de semillas producidas por una planta cada año en ausencia de consumo por los herbívoros, R_{bp} y R_{bs}, respectivamente; y (c) tasa neta de reproducción, estimada como el número medio de panículas o de semillas que produce una planta cada año, R_{np} y R_{ns}, respectivamente. El porcentaje de plantas reproductoras (con panícula) se determinó a partir del registro en campo de la presencia de panículas en las plantas muestreadas en cada parcela. R_{np} se estimó por recuento directo en laboratorio de las panículas con semillas. R_{bp} es la suma de la panículas con semillas más las panículas sin semillas. Su estimación fue por recuento directo en laboratorio. R_{ns} se determinó utilizando en parte modelos de regresión antes mencionados. R_{bs} se obtuvo sumando a R_{ns} una estimación de las semillas que tendrían las panículas sin semillas. Esta estimación consiste en multiplicar el número de panículas sin semillas por planta por el número medio de semillas por panícula de cada planta.

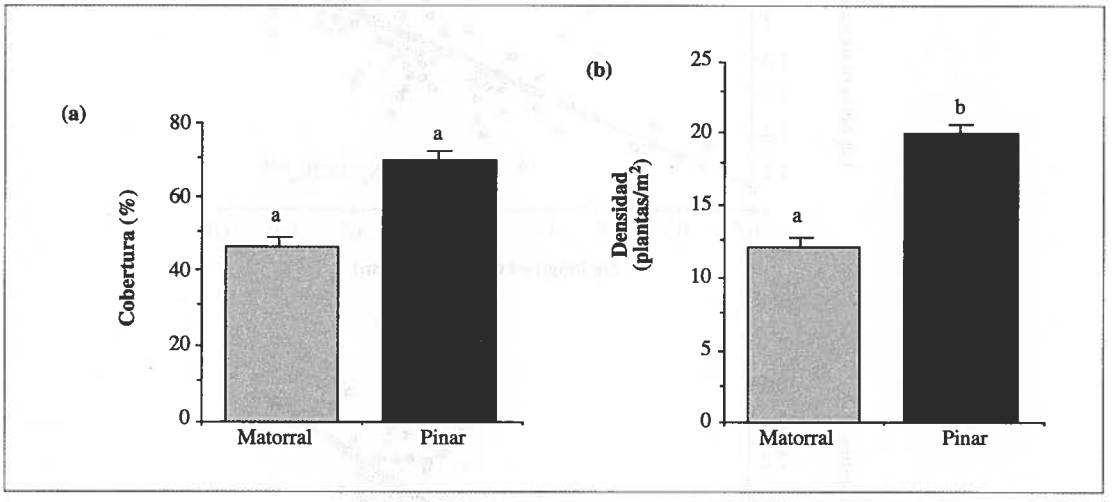
Los valores medios de la densidad, cobertura y todas las variables de fertilidad se han analizado mediante el test LSD con una significanción de $p<0,05$, previa transformación logarítmica de los datos.

Resultados y discusión

La cobertura de tortero en matorral y pinar es similar, alrededor del 50 %. En cambio, la densidad de plantas es significativamente mayor (casi un 50 % más) en pinar que en matorral (Fig. 1). Esto

nos sugiere que las plantas son más pequeñas en pinar y que toleran bien la sombra pero crecen más en el matorral. Por otro lado, la mayor densidad de individuos en pinar sugiere una mayor capacidad de establecimiento de plantas que en matorral.

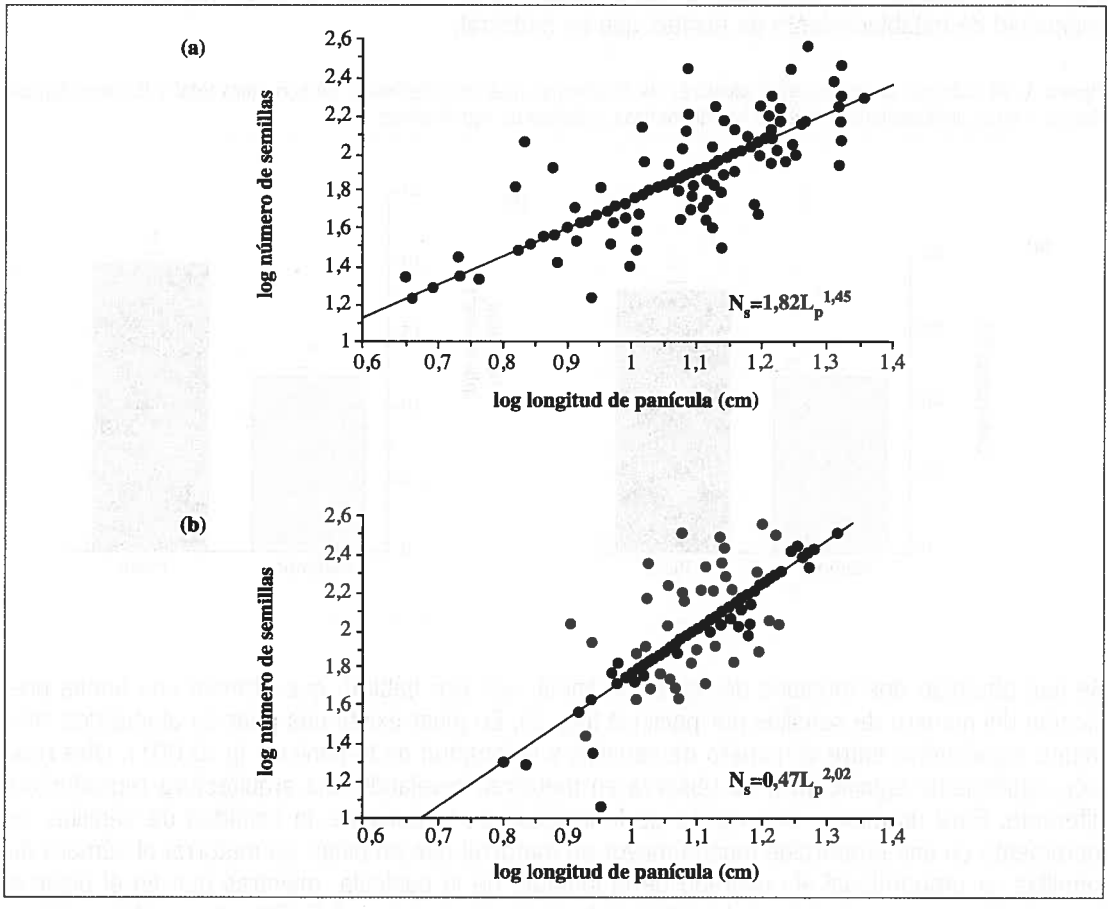
Figura 1: Abundancia de poblaciones silvestres de *Psudarrhenatherum longifolium*: (a) cobertura total y (b) densidad de plantas. Letras distintas indican que no hay diferencias estadísticas significativas.



Se han obtenido dos modelos de regresión lineal, uno por hábitat, que ofrecen una buena predicción del número de semillas por panícula (Fig. 2). En pinar existe una relación alométrica altamente significativa entre el número de semillas y la longitud de la panícula ($p<0,001$). Otra relación, igualmente significativa, se observa en matorral, revelando una arquitectura reproductiva diferente. Para un mismo incremento de la longitud de la panícula, la cantidad de semillas se incrementa en una proporción mucho mayor en matorral que en pinar. En matorral el número de semillas es proporcional al cuadrado de la longitud de la panícula, mientras que en el pinar el incremento es proporcional a la longitud de la panícula elevada a 1,5. Esto quiere decir que, si se duplica la longitud de la panícula, el número de semillas se incrementa 2,7 veces en pinar y se cuadruplica en matorral (Fig. 2). El aumento del número de semillas está directamente relacionado con el crecimiento longitudinal del soporte mecánico. Las plantas que producen más frutos y más grandes deben ser más robustas, proporcionalmente, que plantas productoras de pocos frutos y más pequeños (Niklas, 1994). De manera que, si las longitudes de las panículas son iguales en los dos hábitats, pero en matorral tienen más semillas que en pinar, esto indica que la arquitectura reproductiva depende del hábitat. Significa que las panículas de plantas del matorral presentan más ramificaciones por espiguilla o más semillas por ramificación de espiguilla, o ambas.

Tanto en pinar como en matorral, la densidad de plantas reproductoras es aproximadamente la mitad del total poblacional (Fig. 3a). No existen diferencias significativas de R_{bp} y R_{np} entre hábitats. La proporción de panículas comidas o rotas por los herbívoros,es el 44 % en matorral y 45% en pinar (Fig. 3b). En cuanto a R_{bs} como R_{ns}, tampoco existen diferencias significativas. El consumo de semillas es 49 % en matorral y 44 % en pinar (Fig. 3c). Aunque no existen diferencias significativas para todos los indicadores, se aprecia una tendencia hacia una menor producción, tanto de panículas como de semillas, en pinar. Esto podría asociarse a un menor tamaño de las plantas en este hábitat. El efecto del tamaño podría sugerir que las plantas invertirían menos en reproducción (Bazzaz *et al.*, 2000). Por otro lado, el déficit intenso de luz al que están sometidas podría provocar una mayor inversión de energía en estructuras no reproductoras y así optimizar la captación de este recurso (Gedroc, 1996).

Figura 2: Relación alométrica entre el número de semillas (N_s) y la longitud de la panícula (L_p) de plantas de (a) pinar y (b) matorral. La línea corresponde a la curva de regresión cuya ecuación se indica dentro de cada gráfica.



La predación y el pisoteo de panículas y semillas por caballos, fundamentalmente, afecta de forma similar a las dos poblaciones. Es un factor que reduce de forma relevante la producción de semillas, aunque no se considera limitante para su supervivencia por su carácter perenne.

Conclusiones

La arquitectura reproductiva depende del hábitat, a medida que aumenta la longitud de la panícula, el número de semillas se incrementa más en matorral que en pinar.

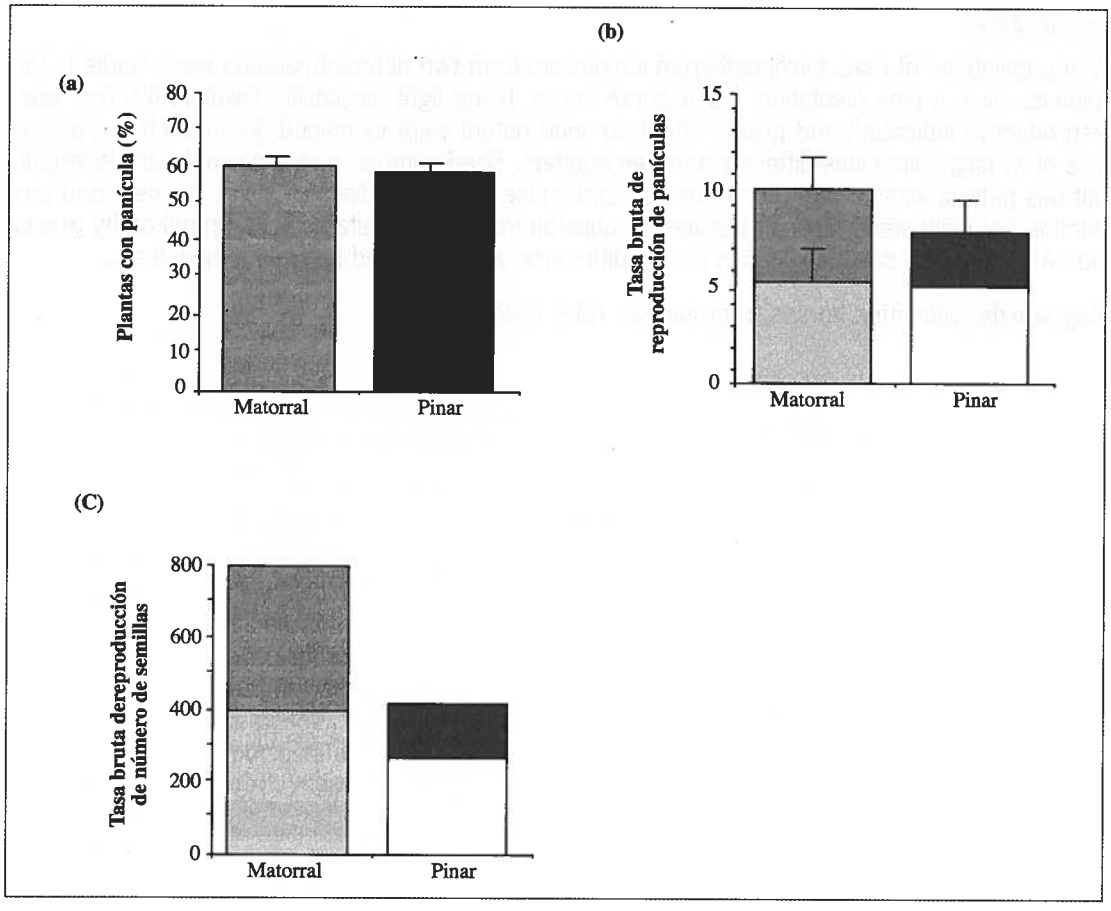
No existen diferencias entre hábitats en la producción de semillas por planta.

El efecto de los herbívoros sobre las panículas es similar en ambos hábitats y constituye una pérdida de casi el 50 % de las semillas producidas.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias a un contrato con la empresa Viveiros Adoa, S.L. en el marco del proyecto de I+D PGIDO1AGRO8E financiado por la Xunta de Galicia.

Figura 3: Indicadores de fertilidad de poblaciones de *Pseudarrhenatherum longifolium*. Se indican los valores medios de: (a) porcentaje de plantas con panícula, (b) tasa bruta de reproducción de panículas y (c) tasa bruta de reproducción de semillas. El error estandar es inapreciable en algunos casos. En (b) y (c) se indica que la tasa neta de reproducción (no consumida por caballos) mediante una trama rayada.



Referencias bibliográficas

BAZZAZ, F.A.; ACKERLY, D.D.; REEKIE, E.G., 2000. Reproductive allocation in plants. En: *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*, 1-29. Ed. M. FENNER. CAB International. Wallingford (Reino Unido).

GEDROC, J.J.; MCCONNAUGHAY, K.D.M.; COLEMAN, J.S., 1996. Plasticity in root/shoot partitioning: optimal, ontogenetic, or both? *Funcional Ecology*, **10**, 44-50.

GONZALEZ-RABANAL, F.; CASAL, M.; TRABAUD, L., 1994. Effects of high temperatures, ash and seeds position in the inflorescence on the germination of three Spanish grasses. *Journal of Vegetation Science*, **5 (3)**, 289-294.

NAVIA, R., en realización. *Evaluación ecológica de las aptitudes de las plantas herbáceas autóctonas para la restauración ambiental. Aplicación a poblaciones de Agrostis curtisii Kerguelen en el SO de Galicia.* Tesis doctoral. Universidad de Vigo (España).

NIKLAS, K. J., 1994. *Plant Allometry*. The University of Chicago Press, 395 pp. Chicago (EE UU).

SCHIPPERS, P.; OLFF, H., 2000. Biomass partitioning, architecture and turnover of six herbaceous species from habitats with different nutrient suply. *Plant Ecology*, **149**, 219-231.

FERTILITY AND REPRODUCTIVE ARCHITECTURE OF POPULATIONS OF *Pseudarrhenatherum longifolium*

SUMMARY

Wild populations of *Pseudarrhenatherum longifolium* from two different habitats were studied. The habitats were a pine plantation and a gorse scrub, being light availability lower in the first one. Reproductive indicators and grazer effect on seed output were examined. Reproductive arquitecture of *P. longifolium* was different between habitats. Seed number increased with panicle lenght, but this pattern was stronger in scrub than in the pine plantation. Neither gross nor net seed production per plant were different between population from both habitats. Seed predation by grazer was 45% of grass seed production but no difference was observed between populations.

Key words: allometry, horses, reproductive rate, seeds.

CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE DOS ESPECIES DE GRAMÍNEAS PERENNES: INTERACCIONES ENTRE HUMEDAD Y FERTILIDAD

M. Pestaña, J. Durán y J. Montalvo

Laboratorio de Ecología Aplicada, Departamento de Ecología y Biología Animal. Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo. As Lagoas-Marcosende. 36200 Vigo (Pontevedra).

Resumen

Se estudió experimentalmente en un invernadero el efecto de las propiedades del sustrato en la supervivencia y crecimiento de *Agrostis curtisii* y *Pseudarrhenatherum longifolium*. La humedad de los sustratos se definió utilizando arena de dos texturas, y la fertilidad, mediante presencia o ausencia de turba. En *A. curtisii*, la fertilidad incrementa la supervivencia y la biomasa total de las plantas independientemente de la humedad. En *P. longifolium*, el efecto sobre la supervivencia no es tan claro; sin embargo, también existe un efecto de la fertilidad y la humedad sobre el crecimiento, aunque sin interacción entre ambos factores.

Palabras clave: *Agrostis curtisii*, *Pseudarrhenatherum longifolium*, calidad del sustrato.

Introducción

Agrostis curtisii (panasco) y *Pseudarrhenatherum longifolium* (tortero falso) son dos especies abundantes en los pastizales de gran parte de Galicia, tanto de matorral como de plantaciones forestales (González-Hernández *et al.*, 2000). Ambas especies presentan aptitudes potenciales para la mejora de pastos y la restauración de áreas degradadas (Pywell *et al.*, 1996); sin embargo, se desconocen muchos factores que condicionan el establecimiento y producción de sus poblaciones.

Su utilización en proyectos de revegetación depende del conocimiento de los factores condicionantes del éxito de su implantación. Siendo el déficit de ciertos recursos característico de muchos ambientes degradados, puede optarse bien por mejorar las condiciones ambientales del sitio o bien por el uso de especies adecuadas a esas condiciones. Es interesante conocer cómo afectan la disponibilidad de nutrientes y la humedad del suelo al establecimiento de estas especies. Así se dispondrá de un conocimiento ecológico de sus aptitudes, que es imprescindible para la realización de proyectos de restauración.

Los objetivos para ambas especies son:

1. Conocer la influencia de la textura, materia orgánica y su posible interacción, sobre la supervivencia de plántulas.

2. Evaluar la influencia de estos factores sobre el crecimiento y reparto de biomasa a medio plazo.

Material y métodos

Se utilizaron semillas procedentes de plantas de poblaciones silvestres de dos especies: *Agrostis curtisii* Kerguelén, ecotipo castrexa y *Pseudarrhenatherum longifolium* (Thore) Rouy, var. 'cabaleira'.

La variación en la humedad del sustrato se definió experimentalmente mediante la modificación de su capacidad de drenaje. Se utilizaron dos tipos de material granular inorgánico de textura arenosa: uno dominado por partículas finas ('textura fina') y otro con una proporción más alta de partículas de tamaño mayor de dos milímetros ('textura gruesa'). La disponibilidad de nutrientes del sustrato se definió mediante una mezcla con materia orgánica al 50 % en volumen ('con turba'; (Boodt y Verdonk, 1972)) o ausencia de ésta ('sin turba'). En concreto, se utilizó un material fibroso orgánico con las siguientes características: mezcla de turba rubia muy fina con turba negra, pH ácido casi neutro, una concentración de 180mg/l de nitrógeno(N), de 210mg/l de fósforo (P_2O_5), de 230-250mg/l potasio (K_2O) y de 85-140mg/l de magnesio (MgO).

Por tanto, se utilizó un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados con tres factores: especie, textura y presencia de materia orgánica, cuya combinación define cuatro tipos de sustrato o tratamientos: textura fina 'sin turba', textura fina 'con turba', textura gruesa 'sin turba' y textura gruesa 'con turba'. Se usaron 15 bloques por tipo de sustrato y especie, distribuidos al azar. (bandejas de plástico de 104 alveolos, en los cuales se siembra una semilla en cada alveolo). La siembra se realizó a principios de marzo de 2002 y se trasplantaron a contenedores de plástico a mediados de junio. El periodo experimental se extendió seis meses, evitando el déficit de agua mediante riego por microaspersión.

Los sustratos se caracterizaron por las siguientes variables: proporción en peso de partículas mayores de dos milímetros (gravillas) y materia orgánica, densidad aparente, porosidad efectiva, capacidad de campo, punto de marchitez, agua disponible y humedad. La materia orgánica se estimó multiplicando el carbono orgánico por el coeficiente de Van Bemmelen. La humedad de los sustratos se estimó mediante una medida mensual realizada durante los tres primeros meses y se expresó como el promedio trimestral. Para ello, se seleccionaron aleatoriamente cuatro alveolos de cada tratamiento, se extrajo la totalidad del sustrato de cada alveolo y se pesó la muestra en húmedo. Después, previo secado de las muestras en estufa a 100ºC, se determinó el peso seco. La humedad se expresó como el porcentaje del peso total.

La densidad aparente se expresó como un promedio de dos estimaciones realizadas en los dos primeros meses; desde el contenido de cuatro alveolos de cada tipo seleccionados de sustrato.

El agua disponible se estimó como la diferencia entre capacidad de campo y punto de marchitez.

Para estimar la supervivencia se realizó un seguimiento durante 23 días de la cohorte de plántulas germinadas durante las tres primeras semanas, registrándose la proporción de plántulas supervivientes. También se calculó la supervivencia final para cada sustrato y especie (proporción de plántulas supervivientes a los 23 días).

El último mes se extrajeron aleatoriamente cinco plantas de cinco bloques por tratamiento y especie, en total 200 plantas. Se separó el sustrato cuidadosamente mediante lavado a baja presión y se secaron en la estufa a 65ºC. Se pesaron las fracciones foliar y radicular por separado, estimando la biomasa total como la suma de ambas.

Se utilizó un test ANOVA de medidas repetidas para el análisis de los valores medios de supervivencia en el tiempo para conocer la influencia de los factores textura, fertilidad y especie. La comparación estadística de las medias de densidad, humedad, supervivencia final, biomasa total, aérea y radicular se realizó mediante un test LSD con una significación de $P<0,05$, previo ANOVA de tres factores para la biomasa total y supervivencia final.

Resultados y discusión

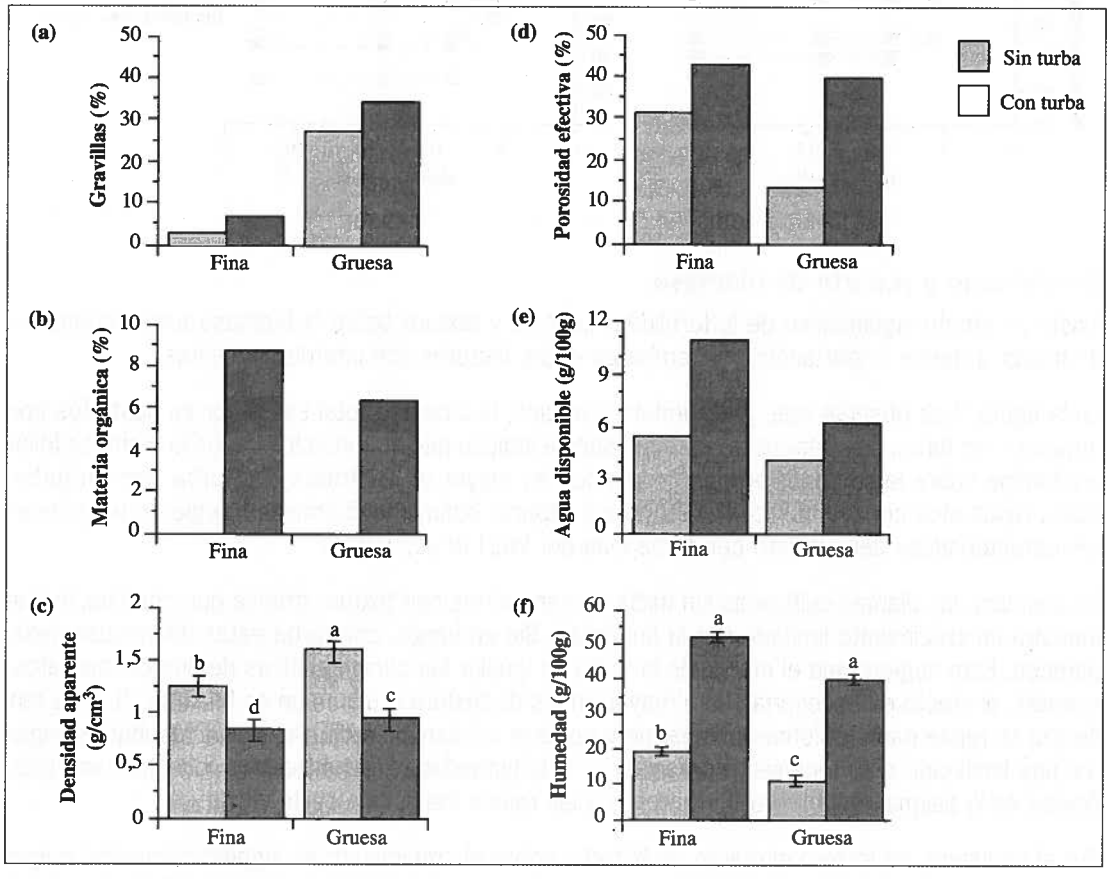
Propiedades de los sustratos

Existe una mayor proporción de gravillas en los sustratos de textura gruesa que en los de textura fina, tal y como se había diseñado: en textura fina hay un 4 % de gravillas y en gruesa, un 30 % (fig. 1a).

La densidad es significativamente menor en los sustratos con turba que sin turba, destacando una menor densidad en sustratos con textura fina (fig. 1c). La mayor porosidad efectiva y agua disponible se observó en sustratos con turba; dentro de estos, los de textura fina poseen un porcentaje de poros ligeramente mayor que los de gruesa. Esta tendencia se mantiene para sustratos sin turba, siendo mayor la diferencia (fig. 1d y e). La humedad es significativamente mayor en sustratos con turba, en los que no existen diferencias entre texturas. El sustrato de textura fina sin turba presenta mayor contenido de agua que el de textura gruesa (fig. 1f).

La materia orgánica modifica las propiedades físicas del sustrato y promueve un balance hídrico más favorable para el desarrollo de las plantas; produce, asimismo, un efecto de mejora de la disponibilidad de nutrientes. La mezcla de arena fina con un sustrato con elevada capacidad de retención de agua reduce el tamaño de los poros y aumenta el agua disponible y la humedad (Burés, 1997), lo que explica probablemente las diferencias entre texturas.

Figura 1: Caracterización física de los sustratos utilizados. (a) Proporción en peso de gravillas, (b) proporción en peso de materia orgánica, (c) densidad aparente, (d) porosidad efectiva, (e) agua disponible y (f) humedad. Las barras verticales indican el error estándar. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas.

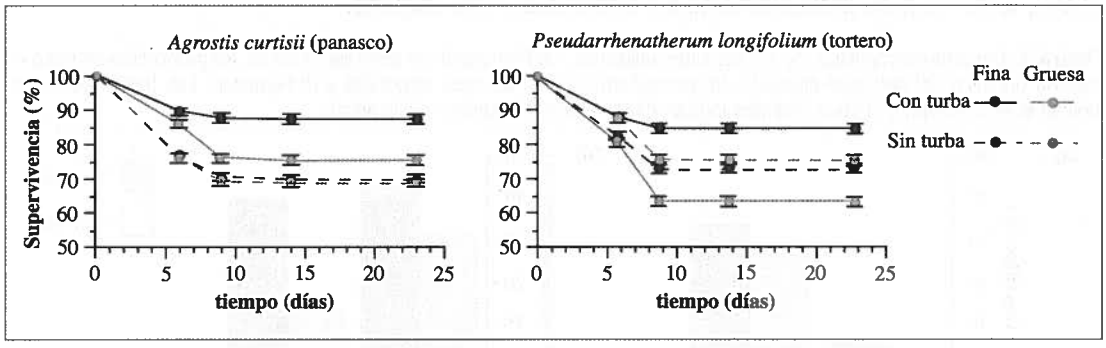


Supervivencia de plántulas

La figura 2 muestra que para ambas especies existe una reducción temporal significativa de la supervivencia, independientemente del tipo de sustrato. La tendencia generalizada es que la supervivencia inicial disminuye rápidamente hasta el noveno día y después se estabiliza. Esta tendencia es diferente en ambas especies. La textura no influye de forma significativa en la supervivencia de plántulas, pero la turba produce un efecto diferente según la especie. Este efecto es positivo en panasco, pero no está clara su naturaleza en tortero. No son significativas las interacciones dobles y triples no comentadas.

La presencia de turba produce un marcado aumento de la supervivencia de panasco, mejorando probablemente las aptitudes del sustrato. La supervivencia final en sustratos con turba es mayor que sin turba, siendo de un 88 % en textura fina. Para tortero esta tendencia sólo se observa en textura fina. El efecto de la turba en textura fina en esta especie es menor que en panasco, y se observa un efecto opuesto en textura gruesa. Panasco presenta una respuesta favorable al añadir materia orgánica, independientemente del tipo de textura, por lo que su uso podría ser más amplio. Sin embargo, el uso de tortero presenta una limitación debido a su menor supervivencia en determinados sustratos. Esto es coherente con el establecimiento diferencial de plántulas de gramíneas perennes sembradas en taludes sin materia orgánica (Cano *et al.*, 2002).

Figura 2: Curvas de supervivencia en el tiempo de plántulas de las dos especies de gramíneas en diferentes tipos de sustrato. Las barras verticales indican el error estándar.



Crecimiento y reparto de biomasa

Existe un efecto significativo de la fertilidad, especie y textura sobre la biomasa total (ordenados de mayor a menor importancia). Sin embargo estos factores son interdependientes.

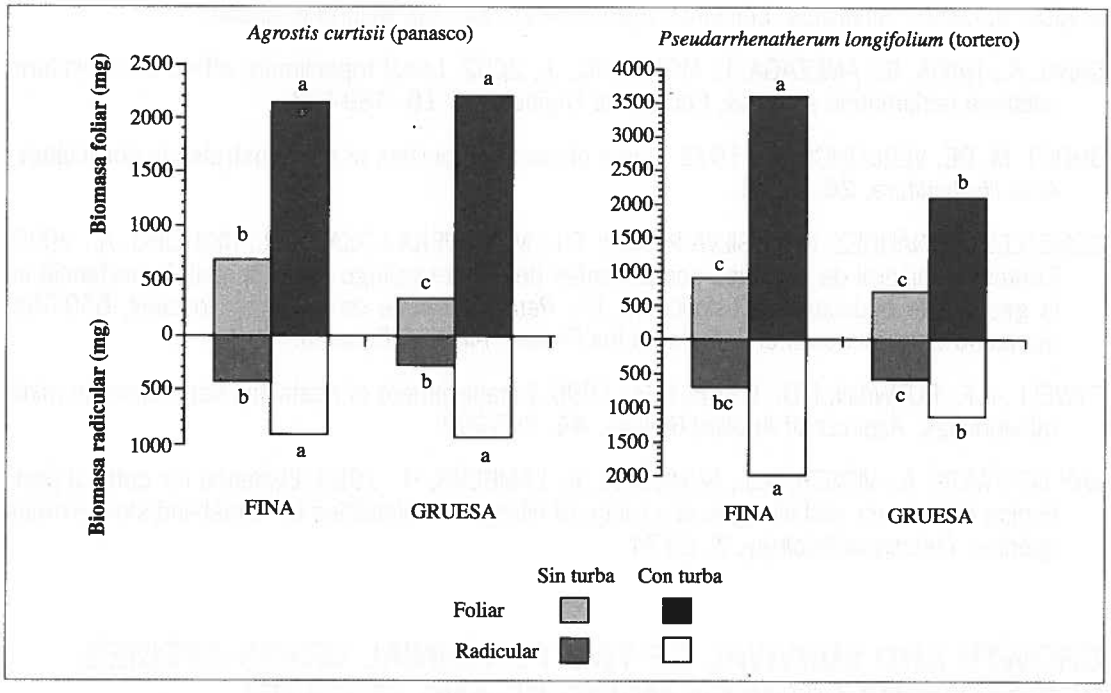
En la figura 3 se observa que, para ambas especies, la biomasa total es mayor en sustratos con turba que sin turba. Los análisis para cada especie indican que en todos los casos la biomasa foliar predomina sobre la radicular pero la proporción es mayor en sustratos con turba que sin turba. Estos resultados concuerdan con la teoría del reparto óptimo de biomasa y sugieren unas mejores características del sustrato con turba (van der Werf *et al.*, 1993).

En panasco, las plantas cultivadas sin turba crecen menos con textura gruesa que con fina, lo que muestra un crecimiento limitado por la humedad. Sin embargo, con turba estas diferencias desaparecen. Esto sugiere que el efecto de la turba es igualar las características de ambos sustratos; además, el efecto es necesariamente mayor en los de textura gruesa que en fina (fig. 3). Esta tendencia se repite para la biomasa aérea, pero no para la biomasa radicular. Estos resultados sugieren una limitación del crecimiento de panasco si la humedad es insuficiente y muestran una plasticidad en la asignación relativa de recursos a las raíces frente a la parte aérea.

Por el contrario, en tortero el efecto de la turba sobre el crecimiento es significativamente mayor en textura fina que en gruesa. Además, en este caso el efecto no es igualar, sino todo lo contrario. Mientras que sin turba las plantas de ambas texturas poseen igual crecimiento, con turba las plantas de textura fina poseen significativamente más biomasa foliar, radicular y total que las de textura gruesa (fig. 3). En este caso el efecto de la turba sobre la biomasa radicular sí es significativo, lo que contrasta con la tendencia observada en panasco.

Por último, se observa que la crecimiento de tortero nunca es menor que el de panasco para el mismo tipo de sustrato; en este sentido, tortero también demuestra aptitudes para proyectos de restauración ambiental.

Figura 3: Biomasa foliar y radicular de plantas de seis meses. El error estándar es inapreciable. Letras o grupos de letras distintas indican diferencias estadísticas significativas.



Conclusiones

Una mayor fertilidad aumenta la supervivencia de panasco independientemente de la humedad del sustrato; en tortero, este efecto no es tan claro.

La presencia de materia orgánica aumenta la biomasa radicular y foliar, aunque la magnitud de este efecto es variable según la humedad y depende de la especie.

Panasco presenta un crecimiento limitado por la humedad, independiente de la fertilidad, y nunca presenta mayor biomasa total que tortero para un mismo tipo de sustrato.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias a un contrato de la empresa Viveiros Adoa,S.L. en el marco del proyecto de I+D PGIDT01AGRO8E financiado por la Xunta de Galicia. También manifestamos nuestro agradecimiento a la doctora Esther de Blas, por su apoyo en los análisis de sustratos.

Referencias bibliográficas

BURÉS, S., 1997. *Sustratos*. Ediciones Agrotécnicas, 341 pp. Madrid (España).

CANO, A.; NAVIA, R.; AMEZAGA, I.; MONTALVO, J., 2002. Local topoclimate effect on short-term cutslope reclamation success. *Ecological Engineering*, **18**, 489-498.

BOODT, M. DE; VERDONCK, O., 1972. Some physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulture*, **26**, 37-44.

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, M.P.; SILVA PANDO, F.J.; MOSQUERA LOSADA, R.; RIGUEIRO, A., 2000. Contenido mineral de especies componentes del monte gallego (NW España). Importancia en la gestión de ecosistemas pascícolas. En: *Reunión ibérica de pastos y forrajes*, 659-664. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Almería (España).

PYWELL, R.F.; PUTWAIN, P.D.; WEBB, N.R., 1996. Establishment of heathland vegetation on mineral workings. *Aspects of Applied Biology*, **44**, 285-292.

VAN DER WERF, A.; VISSER, A.J.; SCHIEVING, F.; LAMBERS, H., 1993. Evidence for optimal partitioning of biomass and nitrogen at a range of nitrogen availabilities for a fast-and slow-growing species. *Functional Ecology*, **7**, 63-74.

GROWTH AND SURVIVAL OF TWO PERENNIAL GRASS SPECIES: INTERACTIONS BETWEEN MOISTURE AND FERTILITY

SUMMARY

The effect of substrate properties on survival and growth of *Agrostis curtisii* and *Pseudarrhenatherum longifolium* was studied by a glasshouse experiment. Substrate moisture was defined using sand of two different textures; substrate fertility was defined using the presence or absence of peat. In *A. curtisii*, fertility increased both survival and total plant biomass independently of moisture. In *P. longifolium* the effect on survival was not clear; however there was also fertility and moisture effects on growth, although no interaction between both factors was detected.

Key words: *Pseudarrhenatherum longifolium, Agrostis curtisii,* substrate quality.

LIMITACIONES AMBIENTALES DE LA ABUNDANCIA DE *Agrostis curtissi Kerguelen* E INTERÉS PARA LA VALORACIÓN DE PASTOS Y LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL

R. Navia, A. Cano y J. Montalvo

Laboratorio de Ecología Aplicada, Departamento de Ecología y Biología Animal. Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo. As Lagoas-Marcosende. 36200 Vigo (Pontevedra).

Resumen

Se estudiaron poblaciones de la especie *Agrostis curtisii* de distintos hábitats. El objetivo es conocer si existen variaciones del tamaño y arquitectura de las plantas, proporción de biomasa foliar y radicular y abundancia poblacional. Los hábitats presentan variaciones en la disponibilidad de agua y luz. Se observó que en el hábitat más favorable es mayor la biomasa individual y la densidad poblacional. Su tamaño relativamente grande y su plasticidad subrayan su valor para la mejora de pastos y restauración de ecosistemas.

Palabras clave: arquitectura de la planta, déficit hídrico, luz, plasticidad morfológica, reparto de biomasa.

Introducción

Agrostis curtisii es una gramínea perenne de distribución europea occidental, del área atlántica (Carey *et al.*, 1995), donde está presente en montes con arbolado, matorrales y pastizales. La presencia de la especie en estos hábitats y su empleo en algunos proyectos de restauración (Pywell *et al.*, 1996) nos llevó a plantearnos su uso para mejora de pastos y restauración de ambientes degradados. Para estos usos la planta debe reunir características de abundancia y tamaño adecuado, tanto para aprovechamiento ganadero como para protección superficial del terreno, una notable biomasa radicular para la protección mecánica del suelo, y una arquitectura adecuada para la captación de recursos.

Es un hecho conocido que el tamaño y la morfología de las especies de plantas cambian según su ambiente, para optimizar la captación de recursos (Gedroc *et al.*, 1996). A nivel poblacional, la abundancia es un indicador del éxito de la especie para establecerse en un ambiente determinado (Cano *et al.*, 2002). Para conocer el valor como pasto y las aptitudes para revegetar de *A. curtisii* se estudiaron poblaciones de esta especie de distintos hábitats. El objetivo es evaluar el significado de las variaciones del tamaño y arquitectura de las plantas, reparto de biomasa y abundancia. La hipótesis de trabajo es que la variabilidad de las condiciones ambientales de los hábitats determina diferencias de asignación de recursos y abundancia en las poblaciones de *A. curtisii*.

Materiales y métodos

Se estudian poblaciones silvestres de la gramínea autóctona panasco (*Agrostis curtisii* Kerguelen) en pastos con dominancia de especies leñosas de montes de altitud entre 400 y 500 metros de Beade (42°10'N, 8°40'W) y Serra do Galiñeiro (42°08'N, 8°41'W), dos áreas próximas a la costa

meridional gallega. El clima es oceánico húmedo con tendencia a la aridez estival. El estudio contempla dos tipos de hábitat, típico y seco, caracterizados cualitativamente por su vegetación y condiciones abióticas, y por la presencia de los ecotipos de panasco castrexa y enxoita, respectivamente. Los montes de Beade se consideran el hábitat típico, y, dentro de éste, se distinguen dos subtipos: 'abierto', un tojal-brezal bajo dominado por *Ulex micranthus y Erica umbellata,* con condiciones de luz normales, y 'sombra', que es un pinar (*Pinus pinaster*) con sotobosque dominado por el helechos (*Pteridium aquilinum),* con un déficit intenso de luz. La Serra do Galiñeiro constituye un hábitat más seco, de pendiente moderada, con suelos esqueléticos, pedregosos, y en ella se distinguen el subtipo 'abierto', que es un tojal-brezal muy bajo, dominado por *U. europaeus, E. umbellata, y E. cinerea,* y que presenta condiciones de luz normales, y el subtipo 'sombra', con una vegetación dominada por *P. aquilinum,* con *U. europaeus* y *E. umbellata,* y con un cierto déficit de luz. En el hábitat típico las gramíneas perennes más abundantes son *A. curtisii* y *Pseudarrhenatherum longifolium.* En el hábitat seco sólo es común *A. curtisii.* Los suelos son Dystrudept en el hábitat típico y Udorthent en el seco.

Para caracterizar las poblaciones de panasco y el ambiente, en agosto de 1999 se ubicaron cinco parcelas de investigación de 200 m^2 en cada subtipo de hábitat. Para la determinación de las propiedades físico-químicas del suelo se dispusieron aleatoriamente cinco puntos en cada parcela, en los que se tomaron muestras con cilindro de 10 cm de profundidad, y se formó una muestra compuesta por parcela. Se calculó la humedad de la muestra, y posteriormente se separaron las gravas de la muestra; en la submuestra sin gravas se midió el pH en agua, la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente y se calculó el agua disponible. También se realizaron análisis de materia orgánica y nutrientes (nitrato, amonio, fósforo, potasio, calcio, y magnesio). El análisis granulométrico se realizó según el método de Guitián y Carballas (1976), y la clasificación textural siguendo los criterios del USDA (Soil Survey Staff, 1975).

Para el estudio detallado de poblaciones se dispusieron 10 a 20 cuadrados de 50 x 50 cm en cada parcela. En cada cuadrado se determinó *in situ,* mediante una escala normalizada, la cobertura de panasco (C_t), que se expresó en porcentaje, en 10 plantas por parcela, extraídas al azar, se midió la altura media, y se estimó el diámetro de macolla, como la media del diámetro máximo y el perpendicular. En laboratorio se midió, además, la longitud radicular máxima y se determinó la biomasa radicular (B_r) y foliar (B_f), a partir del peso seco (en estufa, a 65ºC) de las fracciones respectivas. Las relaciones entre B_r y B_f se analizaron en cada hábitat mediante modelos de regresión lineal, previa transformación logarítmica de los datos, los modelos corresponden a la ecuación $Y=aX^b$. Los valores de b se contrastaron mediante el test t de Student, para compararlos y examinar si son alométricos ($b \neq 1$). La densidad de plantas (D) se estimó desde C_t según la siguiente expresión:

$$D = \frac{n}{\sum_{i=1}^{n} C_i} \times C_t$$

Donde n es el número de plantas por parcela y C_i es el área de la macolla, calculada como la superficie de una circunferencia. Posteriormente, desde D y los valores medios de biomasa foliar y radicular por planta de cada parcela, se estimó la biomasa radicular y foliar poblacional. El análisis estadístico de todas las variables se realizó mediante el test LSD de comparación múltiple de medias (Sokal y Rohlf, 1995), con un nivel de significación $p<0,05$, mediante el paquete estadístico Stat View 4.02.

Resultados y discusión

Características de los suelos

En las Tablas 1 y 2 se indican las propiedades propiedades físico-químicas del suelo de los hábitats de las poblaciones estudiadas. El pH de los suelos es inferior a 4,5 en todos los casos. El porcentaje de fracción gruesa (gravas y arenas) en los suelos es significativamente menor en el

hábitat típico que en el seco, y dentro del hábitat típico es menor en sombra que en abierto; el porcentaje de materia orgánica es significativamente menor en el hábitat seco que en el típico. La textura es franco-arenosa, excepto en el pinar, donde presenta una textura franco-arcillo-arenosa. Los suelos del hábitat seco, por tanto, presentan una textura más gruesa, menos materia orgánica y mayor drenaje. La disponibilidad de agua es menor en el hábitat seco, con una marcada diferencia, alrededor del 40 % inferior, con respecto al típico. En ambos hábitats la humedad es significativamente mayor a la sombra, si bien esta diferencia es menor en el seco (Tabla 1). Por otra parte, no existen diferencias destacables de nutrientes entre hábitats en ambiente abierto, mientras que en sombra la fertilidad es siempre menor en el hábitat seco (Tabla 2).

Tabla 1: Propiedades físico-químicas de los suelos de los hábitats estudiados. Letras distintas indican diferencias significativas entre los valores medios, detectadas por el test LSD. Los valores que más diferencian cada tipo y subtipo de hábitat se indican en negrita y subrayado, respectivamente.

Tipo de hábitat	Subtipo	pH	Fracción gruesa (%arena+grava)*	Disponibilidad de agua (%)	Humedad (%)	Materia Orgánica (%)
Típico	**Abierto**	4,08 ab	68,7 b	44,4 a	5,9 c	16,6 b
	Sombra	3,96 b	56,5 c	45,5 a	18,4 a	31,6 a
Seco	**Abierto**	4,27 a	**81,1 a**	**31,6 b**	4,9 c	**13,8 c**
	Sombra	3,94 b	**76,4 a**	**34,7 b**	10,2 b	**14,3 c**

* Clasificación textural: Grava > 2mm; arena 50 μm – 2mm.

Tabla 2: Concentración de nutrientes de los suelos (μg/g) de los hábitats estudiados. Letras distintas y valores subrayados tienen idéntico significado que en la Tabla 1.

Tipo de hábitat	Subtipo	Nitrato	Amonio	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
Típico	**Abierto**	15,6 b	28,8 c	0,9 c	63,1 c	177,0 b	34,9 d
	Sombra	31,9 a	70,1 a	2,6 a	116,7 a	447,7 a	121,6 a
Seco	**Abierto**	13,4 b	40,5 b	0,9 c	68,5 bc	182,0 b	48,7 c
	Sombra	14,5 b	43,8 b	1,5 b	87,3 ab	371,5 a	78,9 b

Tamaño y arquitectura individual

En el hábitat típico, en sombra es mayor la altura y el diámetro de macolla que en abierto, pero en el hábitat seco sólo es mayor el diámetro de macolla (Fig. 1a y b). En sombra la planta presenta una forma más laxa. La menor disponibilidad de luz parece determinar una arquitectura foliar orientada a maximizar la captación de este recurso, aumentando la expansión foliar. Los resultados sugieren que la plasticidad propiciada por una limitación de luz, mayor en pinar, obligaría a las plantas a un cambio morfológico para un mejor aprovechamiento de este recurso (Sultan *et al.*, 1998).

En el hábitat típico la longitud radicular es mayor en abierto, mientras que no hay diferencias dentro del hábitat seco (Fig. 1c). En el hábitat típico abierto la B_t es unas tres veces superior a la de otros ambientes, que son similares; también son significativamente mayores las fracciones B_r y B_f (Fig. 1d). Estos resultados manifiestan una reducción del tamaño (biomasa) en el ambiente más deficitario en los recursos agua o luz (Gedroc *et al.*, 1996), ya que las posibles diferencias en fertilidad no parecen suficientes para justificar la respuesta funcional en la biomasa y arquitectura de las plantas (Schippers y Olff, 2000).

Figura 1: Variabilidad entre hábitats de los valores medios de (a) altura, (b) diámetro de macolla, (c) longitud radicular y (d) distribución de la biomasa en fracciones foliar y radicular de plantas individuales de *Agrostis curtisii*. Valores medios poblacionales de (e) cobertura, (f) densidad y (g) distribución de la biomasa foliar y radicular de *Agrostis curtisii*. Letras o grupos de letras diferentes muestran diferencias significativas detectadas mediante el test LSD. Las barras verticales representan el error estándar.

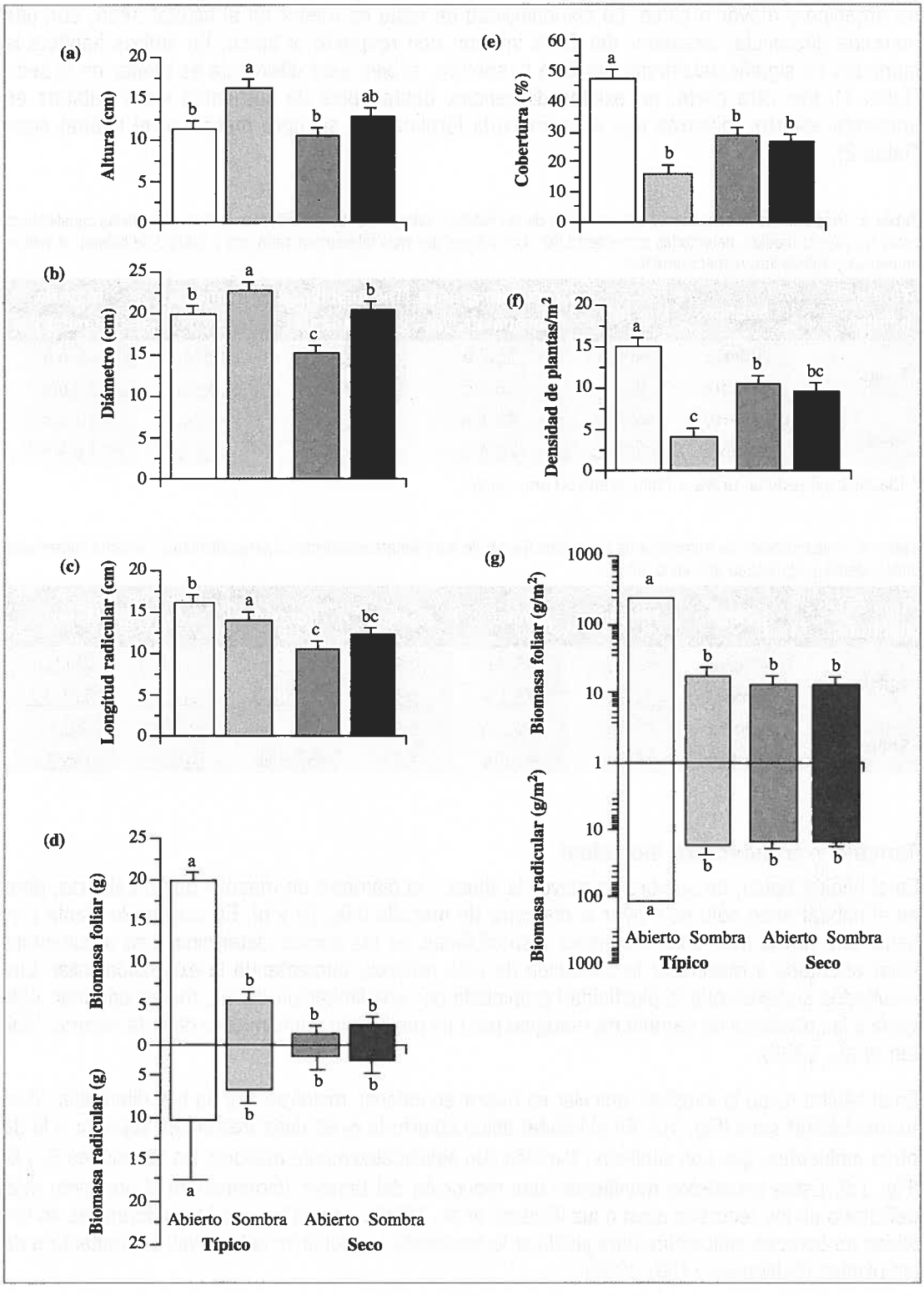
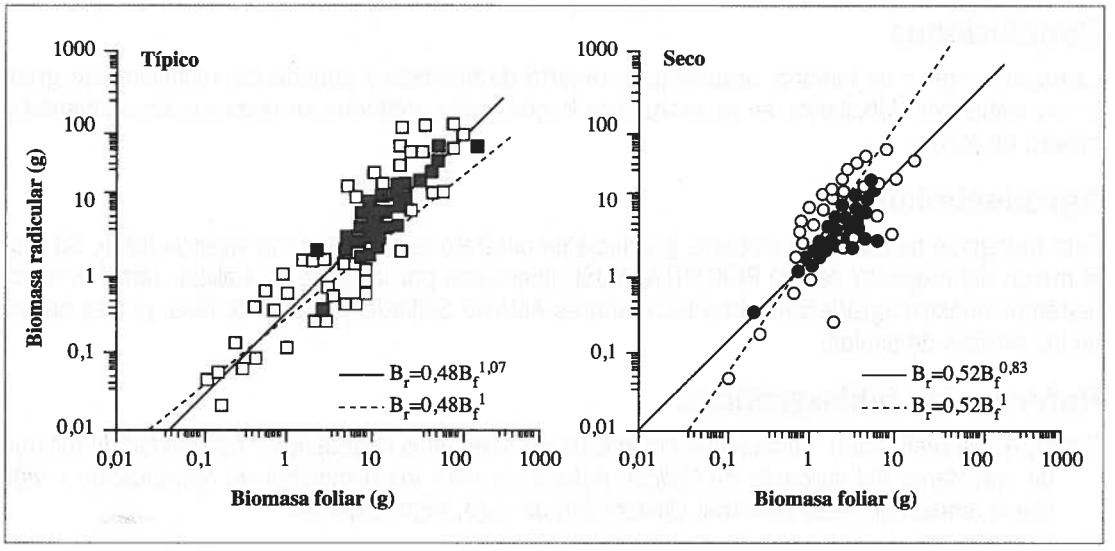


Figura 2: Relación alométrica entre la biomasa radicular (B_r) y la biomasa foliar (B_f) de plantas individuales de poblaciones silvestres de *Agrostis curtisii* de dos tipos de hábitats. La línea gruesa corresponde a la curva de regresión obtenida con los datos transformados logarítmicamente. La línea fina corresponde a un modelo de regresión isométrico y se indica como referencia. Dentro de las gráficas se indican las ecuaciones de cada modelo.



Para cada hábitat existe una relación alométrica altamente significativa ($p<0,001$) entre B_r y B_f (Fig. 2); los valores de b de cada hábitat son significativamente distintos. En el hábitat típico el ecotipo castrexa presenta una alometría positiva, y para el mismo aumento de B_f se incrementa más B_r que en el hábitat seco, donde el ecotipo enxoita muestra una alometría negativa. En concreto, un aumento de B_f de 10 veces se asocia a un incremento de 11,7 veces de B_r en el hábitat típico, mientras que es de solo 6,8 veces en el seco, coherente con lo observado por Niklas y Enquist (2002).

Abundancia de poblaciones

La cobertura y densidad en el hábitat típico abierto es superior a todos los demás ambientes, donde son iguales entre sí, salvo que la densidad en abierto seco es superior a típico sombra (Fig. 1e y f). La densidad y cobertura es mayor en el hábitat con menores limitaciones. Mientras que el déficit de luz parece limitante en el pinar, y no en el seco, donde no es menor el déficit de luz a la sombra. En el hábitat típico abierto la biomasa total, foliar o radicular poblacional siempre es mayor que en el resto, donde son iguales (Fig. 1g). La biomasa poblacional parece estar limitada por la disponibilidad de agua, y también de luz. En el hábitat abierto hay más plantas y son más grandes, probablemente por la mayor disponibilidad de recursos que en los otros (Cano *et al.*, 2002).

Interés aplicado

La planta posee una gran capacidad de protección del terreno, por su tamaño relativamente grande y profundo sistema radicular (Fig. 1 b, c y d); además, el ecotipo castrexa presenta una alometría positiva, para un mismo aumento de B_f aumenta más B_r (Fig. 2), esto le hace más adecuado para la fijación mecánica del terreno (Cano, en realización).

La especie alcanza una abundancia relativamente grande en ambientes deficitarios en recursos, por lo que reúne una serie de aptitudes para restauración ambiental. *A. curtisii* tolera hábitats con cierto déficit de luz, aunque una mayor disponibilidad de este recurso probablemente favorece el establecimiento de poblaciones densas, que permitan su explotación, y explicaría su abundancia en arbolado en semisombra y matorrales abiertos; esto parece indicar el valor de esta planta en pastos arbolados aprovechados por ganado en régimen extensivo, coherente con su reconocido valor nutritivo (González-Hernández *et al.*, 2000). Una cobertura del 20 % en el hábitat seco abier-

to subraya su interes para mejora de pastos relativamente secos y pedregosos, y el interés del uso comercial de esta gramínea autóctona en la conservación y restauración de ecosistemas (Packard y Mutel, 1997).

Conclusiones

La especie posee un tamaño, arquitectura, reparto de biomasa y abundancia relativamente grande en ambientes deficitarios en recursos, por lo que reúne aptitudes en restauración ambiental y mejora de pastos.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en parte gracias a un contrato con la empresa Viveiros Adoa, S.L. en el marco del proyecto de I+D PGIDT01AGRO8E financiado por la Xunta de Galicia. También manifestamos nuestro agradecimiento a los doctores Antonio Gallardo y Esther de Blas, por su apoyo en los análisis de suelos.

Referencias bibliográficas

CANO, A., en realización. *Variaciones espacio-temporales en la vegetación y estabilidad de taludes de carreteras del suroeste de Galicia. Relevancia para los proyectos de restauración y vigilancia ambiental.* Tesis doctoral, Universidad de Vigo, Vigo (España).

CANO, A.; NAVIA, R.; AMEZAGA, I.; MONTALVO, J., 2002. Local topoclimate effect on short-term cutslope reclamation success. *Ecological Engineering*, **18**, 489-498.

CAREY, P.D.; FIRBANK, L.G.; GRAY, A.J.; WATKINSON, A.R., 1995. Developing and testing models of plant distribution in response to climate change. *The Annual Report of the Institute of Terrestrial Ecology*, 83-87.

GEDROC, J.J.; MCCONNAUGHAY, K.D.M.; COLEMAN, J.S. 1996. Plasticity in root/shoot partitioning: optimal, ontogenetic, or both? *Funcional Ecology* **10**, 44-50.

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, M.P.; SILVA-PANDO, F.J.; MOSQUERA, R.; RIGUEIRO, A., 2000. Contenido mineral de especies componentes del monte gallego (NW España). Importancia en la gestión de ecosistemas pascícolas. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 659-670. Xunta de Galicia, Santiago (España).

GUITIÁN, F.; CARBALLAS, T., 1976. *Técnicas de análisis de suelos*. Ed. Pico Sacro, 288 pp., Santiago (España).

NIKLAS, K.J.; ENQUIST, B.J., 2002. On the Vegetative Biomass Partitioning of Seed Plant Leaves, Stems, and Roots. *The American Naturalist* **159 (5)**, 482-497.

PACKARD, S.; MUTEL, C.F. (eds.), 1997. *The Tallgrass Restoration Handbook: For Prairies, Savannas, and Woodlands*. Island Press, 463 pp., Washington D.C. (EE.UU.).

PYWELL, R.F.; PUTWAIN, P.D.; WEBB, N.R., 1996. Establisment of heathland vegetation on mineral workings. *Aspects of Applied Biology* **44**, 285-292.

SCHIPPERS, P.; OLFF, H., 2000. Biomass partitioning, architecture and turnover of six herbaceous species from habitats with different nutrient supply. *Plant Ecology* **149**, 219-231.

SOKAL, R.R.; RHOLF, F.J., 1995. Biometry. The principles and practice of statistic in Biological Research. W.H. Freeman & company, 887 pp., Nueva York (EE.UU.).

SOIL SURVEY STAFF, 1975. Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. U.S.D.A., Washington D.C. (EE.UU.).

SULTAN. S.E.; WILCZECK, A.M.; BELL, D.L. HAND, G., 1998. Physiological response to complex environments in annual *Polygonum* species of contrasting ecological breath. *Oecologia* **115**, 564-578.

ENVIRONMENTAL LIMITATIONS OF *Agrostis curtisii* Kerguelen ABUNDANCE AND ITS RELEVANCE FOR PASTURE VALUATION AND ENVIRONMENTAL RESTORATION

SUMMARY

Wild populations of *Agrostis curtisii* from different habitats were studied. The aim was to describe potential variability in plant size and architecture, biomass allocation and population abundance. Water and ligth avaliability were different between the habitats studied. The most favorable habitat allowed to greater individual plant biomass and population density. A relatively great plant size and plasticity highlights its value for pasture improvement and ecosystem restoration.

Key words: biomass allocation, morphological plasticity, plant architecture, light, water deficit.

EVALUACIÓN DE ESPECIES PARA LA REGENERACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL EN DESMONTES DE ALTA MONTAÑA DEL PIRINEO ARAGONÉS

I. Delgado

Servicio de Investigación Agroalimentaria. Diputación General de Aragón. Apartado 727. 50080 Zaragoza.

Resumen

Con el fin de establecer mezclas adecuadas para la regeneración de taludes ocasionados por el establecimiento de nuevas pistas de esquí en Formigal (Huesca), se estudió el comportamiento individual de 17 cultivares pertenecientes a nueve especies, así como cuatro mezclas de los mismos, durante el periodo 1999-2002. Se realizaron dos ensayos a 1600 y 2000 m de altitud, en suelos franco-arenosos a franco-arcillo-arenosos, de pH neutro o ligeramente básico y fertilidad baja. Los parajes donde se establecieron los ensayos forman parte de los pastos de puerto y son pastoreados por todo tipo de ganado y de fauna silvestre. Las especies que mostraron mejor adaptación en cuanto a población de plantas establecidas, tolerancia al pastoreo y cobertura del suelo fueron *Festuca rubra* semirreptante, *Festuca ovina*, *Agrostis stolonifera*, *Phleum pratense* y *Trifolium repens*, recomendándose una mezcla equilibrada de las mismas para la regeneración de la cubierta vegetal en los desmontes.

Palabras clave: *Festuca ovina* L., *Festuca rubra* L., *Phleum pratense* L., *Trifolium repens* L., *Agrostis stolonifera* L.

Introducción

La restauración del paisaje en las obras que requieren movimientos de tierras y destrucción de la cubierta vegetal existente, es una actividad reciente en España, que ha adquirido gran auge en la última década con motivo de las grandes infraestructuras publicas que se llevan a cabo (Zulueta-Corporación, 1999).

Uno de los métodos de restauración más frecuentemente llevados a cabo, es la reposición de la cubierta vegetal mediante la siembra de especies vegetales herbáceas o la plantación con especies arbóreas y arbustivas, utilizando, para ello, las más adecuadas a las condiciones del medio donde se realiza la restauración entre las disponibles en el comercio.

En lo que respecta a los trabajos efectuados en los Pirineos, el desconocimiento que se tenía sobre las especies más adecuadas, la limitada oferta de semillas de especies y variedades comerciales, casi siempre de origen foráneo, así como la venta de mezclas ya preestablecidas por las casas comerciales, ha propiciado frecuentes fracasos en el proceso de restauración, como se expone en la encuesta llevada a cabo por el Conservatoire Botanique Pyrénéen (2000), la cual, en sus conclusiones finales, recomienda profundizar en el conocimiento y utilización de la flora de alta montaña.

En tanto se llevan a cabo estos trabajos, el presente estudio pretende conocer el comportamiento individual de diferentes especies y cultivares existentes en el mercado, con el fin de establecer mezclas adecuadas para la regeneración de taludes ocasionados por el establecimiento de nuevas pistas de esquí en los Pirineos aragoneses.

Material y métodos

Se estudiaron 17 cultivares: *Agrostis stolonifera* L. cvs 'Kromi' y 'Pencross', *Festuca arundinacea* Shreb. cvs 'Finelawn' y 'Nairobi', *Festuca rubra* L. encespedante cv 'Ombra', *Festuca rubra* L. semirreptante cvs 'Horizon' y 'Seabreeze', *Festuca ovina* L. cvs 'Cristal' y 'Ridu', *Phleum pratense* L. cv desconocido y cv 'Climax', *Lolium perenne* L. cvs 'Belida' y 'Brooklin', *Poa pratensis* L. cv 'Cabaret', *Lotus corniculatus* cv desconocido y cv 'Leo', *Trifolium repens* L. cv 'Huia', así como cuatro mezclas de los mismos:

Mezcla 1('Nairobi'+'Ombra'+'Seabreeze'+'Ridu')

Mezcla 2 ('Nairobi'+'Ombra'+'Seabreeze'+'Ridu'+'Brooklin')

Mezcla 3 ('Nairobi'+'Ombra'+'Ridu'+'Brooklin'+'Climax'+'Leo'+'Huia')

Mezcla 4 ('Nairobi'+'Ombra'+'Seabreeze'+'Ridu'+'Brooklin'+'Kromi'+'Cabaret'+'Huia'+'Leo')

Se establecieron, para ello, dos ensayos a diferentes altitudes en desmontes efectuados para la construcción de nuevas pistas en la estación de esquí de Formigal (Huesca), en los parajes denominados "Motora del Anayet" (1600 m) y "Pico Royo" (2000 m), durante el periodo 1999-2002. Las mezclas se compusieron mayoritariamente de especies del género *Festuca*, por su menor apetecibilidad por el ganado, dado que los parajes donde se establecieron los ensayos forman parte de los pastos de puerto y suelen ser pastoreadas por todo tipo de ganado y de fauna silvestre.

Las principales características climatológicas del periodo de ensayos recogidas del Observatorio meteorológico de la estación de esquí de Formigal (Huesca), a 1510 m de altitud, fueron: temperatura media máxima, 12,6 ºC; temperatura media mínima, 3,2 ºC; temperatura extrema mínima, -16 ºC; número de días con heladas, 107; precipitación media anual, 1602,9 mm; número de días de lluvia durante el periodo noviembre-marzo, 262; número de días de nieve en dicho periodo, 117. Los análisis granulométrico y de fertilidad del suelo de los suelos donde se establecieron los ensayos corresponden a suelos franco-arenosos o franco-arcillo-arenosos, de pH neutro o ligeramente básico, no salinos, fertilidad baja y contenido variable en materia orgánica (1,58 a 6,37 %).

La siembra se efectuó el 16 de septiembre de 1998 en "Pico Royo" y el 3 de noviembre de 1998 en "Motora del Anayet". Las dosis de siembra fueron de 30 gramos de semilla/m^2 para las especies del género *Festuca* y *Lolium perenne*, y 15 gramos/m^2 para las de menor tamaño: *Agrostis stolonifera, Phleum pratense, Lolium perenne, Poa pratensis, Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*. Las mezclas se compusieron de las siguientes dosis, Mezcla 1: 7,5+7,5+7,5+7,5 g/m^2; Mezcla 2: 6+6+6+6+6 g/m^2; Mezcla 3: 5+5+5+5+2,5+2,5+2,5 g/m^2; Mezcla 4: 4+4+4+4+4+2,5+2,5+2,5+2,5 g/m^2, correspondiendo cada sumando al orden en el que figuran los cultivares.

Las siembras se efectuaron manualmente, sin enterrar la semilla, en desmontes de uno o dos años de antigüedad, sobre los cuales no se repuso la capa de suelo vegetal existente con antelación al desmonte. Una vez distribuida la semilla, se aplicó con una hidrosembradora una mezcla compuesta por 20 g de complejo 15-15-15, 100 g de mulch, 4 g de pegamento y 4L de agua por m^2, la misma que se aplica habitualmente para la fijación de taludes, pero sin semilla.

Anualmente, en los años que siguieron al de siembra, se aportaron 200 kg/ha del complejo 8-15-15.

El diseño estadístico fue en bloques al azar con dos repeticiones, siendo el tamaño de la parcela elemental de 20 m^2 en "Pico Royo" y de 100 m^2 en "Motora del Anayet".

El seguimiento que se llevó a cabo sobre las parcelas, consistió en la estimación de las plantas nacidas en los meses siguientes a la siembra y, en los años siguientes, la evolución de la cobertura del suelo, la altura de las plantas, el estado vegetativo y el aspecto de las plantas, sobre dos cuadros de 0,25 m^2 por parcela elemental, tomados al azar.

Los valores obtenidos de la cobertura se analizaron estadísticamente mediante el cálculo de la varianza, para lo cual se calculó previamente la raíz cuadrada del arco seno de sus porcentajes. Cuando el valor de la F resultó significativo al nivel del 5 %, se realizó la comparación de medias mediante el método de la Mínima Diferencia Significativa utilizando el programa informático SAS (S.A.S., 1989).

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en lo que respecta a la población de plantas en el verano siguiente a la siembra, la evolución anual de la cobertura del suelo y el estado de desarrollo al iniciar el verano se presentan conjuntamente en la Tabla 1 para el ensayo establecido en "Pico Royo" y para el establecido en "Motora del Anayet".

Los resultados muestran que el establecimiento fue bueno en la mayoría de las especies. Los peores resultados se obtuvieron con las leguminosas en "Pico Royo". Ello pudo deberse a que la siembra se realizó tempranamente en septiembre, por situarse el ensayo a 2000 m de altitud, en previsión de que las nevadas tempranas cubrieran el ensayo y la nascencia tuviera lugar en la primavera próxima. Ello no ocurrió y el 3 de noviembre la nascencia ya estaba iniciada (Tabla 1) sin haberse cubierto de nieve, por lo que las heladas que tuvieron lugar, pudieron afectar mayormente a las leguminosas, más sensibles al hielo que las gramíneas.

La cobertura del suelo en octubre de 2000, al final del experimento, fue variable, oscilando entre el 4 % y el 86 %, según especies y mezclas. Los valores más elevados se obtuvieron con algunas especies como *Festuca rubra* semirreptante, *Festuca ovina* y el cultivar 'Kromi' de *Agrostis stolonifera*, así como con las mezclas, las cuales estaban constituidas por *Festuca rubra* y *Festuca ovina*, principalmente. Los buenos resultados alcanzados por estas especies pudieron deberse tanto a su buena adaptación como a que apenas desarrollaban el follaje, dificultando así su aprovechamiento por el ganado y la fauna silvestre.

Los peores resultados se alcanzaron con *Lotus corniculatus* y *Lolium perenne*. El primero mostró buena adaptación en las plantas que sobrevivieron a las heladas precoces, por lo que los malos resultados se atribuyen a su baja capacidad de recubrimiento del suelo y a la apetencia de la planta mostrada por el ganado y la fauna silvestre, que impedían su desarrollo. *Lolium perenne* mostró peor adaptación, ya que, a pesar de su buena implantación, gran número de plantas desapareció, aunque hubo diferencias entre cultivares. A ello pudo contribuir, asimismo, el que fuera muy apetecida por el ganado y la fauna silvestre. *Lolium perenne* junto con *Festuca arundinacea* son, por otra parte, las especies menos tolerantes al frío de las ensayadas, según los catálogos comerciales (Rocalba S.A., 2000; Fitó S.A., 2002).

Phleum pratense mostró buena adaptación, aunque su cobertura no fue tan elevada como en otras especies. Ello se atribuyó, además de a su menor capacidad de amacollamiento, a que era ávidamente pastoreado por el ganado y la fauna silvestre, dificultando su expansión. *Phleum pratense* y *Lolium perenne* tuvieron, por otra parte, un establecimiento más precoz que el resto de las especies, lo que es una cualidad para la estabilización de taludes (Zulueta-Corporación, 1999).

Tabla 1: Poblamiento, estado vegetativo y evolución de la cobertura del suelo de los cultivares estudiados en Formigal (Huesca).

Especie y variedad o mezcla:	Motora del Anayet: 1600 m de altitud									Pico Royo: 2000 m de altitud							
	21.7.99			6.6.00	13.9.00	12.7.01	7.11.01	15.10.02	3.11.93	21.7.99			6.6.00	13.9.00	12.7.01	7.11.01	15.10.02
	Pobl.	Alt.	E. Veg.	Alt.	Cob.	Alt.	Cob.	Cob.	EV	Pobl.	Alt.	EV	Alt.	Cob.	Alt.	Cob.	Cob.
	pl/m²	cm	nº hojas	cm	%	cm	%	%	nº hojas	pl/m²	cm	nº hojas	cm	%	cm	%	%
Agrostis stolonifera cv 'Kromi'	2000	2	2	3,5	60	4,5	47,5	61	1	750	2	3	3	50	27	50	52,5
Agrostis stolonifera cv 'Pencross'	1100	3	2	3	77,5	3	50	46	1	400	1	3	3	45	16	30	19
Festuca arundinacea cv 'Finelawn'	1000	2	2	4,5	45	5	52,5	50	1	360	2	2	3	35	3	27,5	27,5
Festuca arundinacea cv 'Nairobi'	600	3	2	4	32,5	6,5	30	18,5	1	850	3	3	3	30	4	35	26
Festuca ovina cv 'Cristal'	1700	2	2.5	3	75	4,5	70	66	1	1100	2	3	3	35	13,5	52,5	40
Festuca ovina cv 'Ridu'	900	2	4	5	75	8	67,5	75	1	460	2	3	3	35	28,5	25	40
Festuca rubra encespedante cv 'Ombra'	1100	2	2	6,5	45	7,5	52,5	56	1	900	3	3	3	45	23,5	27,5	47,5
Festuca rubra semirreptante cv 'Horizon'	1800	2	2.5	4	77,5	6	70	73,5	1	1000	2	3	3	52,5	19	45	40
Festuca rubra semirreptante cv 'Seabreeze'	1500	3	2.5	5	65	7	72,5	77	1	550	3	3	4	45	24	32,5	40
Lolium perenne cv 'Belida'	1100	3	3	2,5	7,5	12,5	8	6	2	580	2	3	3	20	5,5	12,5	8,5
Lolium perenne cv 'Brooklin'	1090	1	2.5	3	20	3	12,5	21	2	310	3	3	3	17,5	3	17,5	27,5
Phleum pratense cv desconocido	1300	2	2	5	60	12,5	45	45	2	1120	5	2	8	60	7,5	22,5	42,5
Phleum pratense cv 'Climax'	1640	2	2	8	60	30	57,5	46	2	1500	3	3	5	65	3,5	40	37,5
Poa pratensis cv 'Cabaret'	720	2	2.5	3	32,5	7,5	9	12,5	1	280	2	3	3	35	6,5	27,5	39
Lotus corniculatus cv desconocido	120	2	3	9	22,5	32,5	25	18,5	1	100	3	Abij.	10	2	6	7,5	4
Lotus corniculatus cv 'Leo'	290	4	Abij.	8	30	17,5	15	3,5	1	108	3	Abij.	1	3,5	5	1,5	9
Trifolium repens cv 'Huia'	360	2	Abij.	5	60	7	52,5	32,5	1	36	2	Abij.	1	12,5	2	17,5	16
Mezcla 1	1140	2	-	4,5	70	5	70	66	1	700	3	3	3	45	2,5	55	40
Mezcla 2	520	2	-	4,5	40	8	62,5	60	1	380	2	3	3	40	4	45	58,5
Mezcla 3	700	2	-	6,5	50	13	77,5	78,5	1	750	3	3	3	50	4,5	52,5	40
Mezcla 4	850	2	-	3	60	11,5	57,5	86	1	360	1.5	1	3	30	2,5	22,5	42,5
Significación	*				**		***	***		*				***		***	*
Mínima diferencia significativa (P<0,05)	1182,5				29,8		31,5	21,4		817,9				17,6		18,1	28,7

NS = P>0,05; * = P<0,05 ; ** = P<0,01 ; * ** = P<0,001.

Festuca arundinacea, *Poa pratensis* y *Trifolium repens* alcanzaron un recubrimiento del suelo intermedio entre las especies anteriores. *Festuca arundinacea* mostró una adaptación regular, con reducción progresiva de la cobertura, aunque se apreciaron diferencias entre los dos cultivares ensayados. *Poa pratensis* presentó los mejores resultados en el ensayo de mayor altitud. Finalmente, *Trifolium repens* evidenció una buena adaptación, con capacidad para colonizar el suelo, aunque también su apetecibilidad por los animales impidió ampliar su cobertura.

Las alturas presentadas en la Tabla 1 corresponden a la totalidad de la planta, incluida la espiga (cuando ésta estaba presente), en las fechas que se midieron. *Festuca rubra* y *Festuca ovina*, al no ser pastoreadas, espigaron abundantemente contribuyendo a diseminar sus semillas.

En la evaluación del 15 de octubre de 2002, se apreció que se había iniciado la colonización de las parcelas por especies autóctonas no sembradas, así como por las especies sembradas que habían producido semilla en las parcelas próximas, por lo que hubo que estimar el porcentaje atribuido a la colonización visualmente y restarlo de la cobertura correspondiente a la especie establecida en la parcela. La cobertura de algunas parcelas con especies foráneas, especialmente las peor establecidas como *Lotus corniculatus*, *Festuca arundinacea*, *Poa pratensis*, *Lolium perenne* y *Trifolium repens* llegó a representar el 60 % de la superficie total de las mismas.

Conclusiones

La mejor adaptación a las condiciones del medio donde se realizaron los ensayos la presentaron los cultivares de las especies *Festuca rubra* semirreptante, *Festuca ovina, Agrostis stolonifera, Phleum pratense* y *Trifolium repens*. Una mezcla equilibrada de dichas especies sería, por tanto, la más adecuada para el recubrimiento de taludes. De ellas, podría prescindirse de *Agrostis stolonifera* por su alto coste (hasta diez veces superior al resto de las especies), reequilibrando la mezcla con las restantes especies.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado con el apoyo institucional de FORMIGAL S.A. y la contribución técnica de su personal, especialmente de D. Jesús Casasús Bescós.

Referencias bibliográficas

CONSERVATOIRE BOTANIQUE PYRÉNÉEN, 2000. *Revégétalisation en montagne pyrénéenne.* Document de travail, 21 pp. Vallon de Salut, BP 315. 65203 Bagnères de Bigorre (Francia).

FITÓ S.A., 2002. *Césped y otras semillas para cubiertas vegetales*, 52 pp. Ed. Semillas FITÓ S.A., Barcelona.

ROCALBA S.A., 2000. *Semillas para césped*, 24 pp. Ed. ROCALBA S.A., Girona (España).

SAS, 1989. *SAS user's guide: Statistics version 6.12.* SAS Institute Inc., Cary, N.C.(USA).

ZULUETA-CORPORACIÓN, 1999. *Céspedes y cubiertas vegetales.* Ed. Mundi Prensa, 133 pp. Madrid (España).

SPECIES EVALUATION FOR THE REGENERATION OF THE VEGETAL COVER IN LEVELED AREAS OF HIGH MOUNTAIN IN THE ARAGONESE PYRENEES

SUMMARY

Seventeen cultivars of nine species, as well as four mixtures of them were study for the regeneration of taluses caused by the installation of new ski slopes at Formigal (Huesca), in the 1999-2000 period. Cultivars were established in two trials at 1600 and 2000 m height, on loamy-sandy to loamy-clay-sandy soils, with neutral to slightly basic pH and low fertility. These places are grazed by all type of cattle and wild fauna in summer. Those species that showed a better establishing of plants, grazing tolerance and soil cover were semi-creeping *Festuca rubra, Festuca ovina, Agrostis stolonifera, Phleum pratense* and *Trifolium repens*; recommending a balanced mixture of these species for the regeneration of the vegetal cover in leveled areas.

Key words: *Festuca ovina* L., *Festuca rubra* L., *Phleum pratense* L , *Trifolium repens* L., *Agrostis stolonifera* L.

PRODUCCIÓN DE HERBÁCEAS EN PARCELAS DE MATORRAL TRATADAS CON DESBROCE Y GRADEO EN DOÑANA

I. López Albacete[1], I. del Río[1], P. Galindo[1], J.C. Muñoz Reinoso[2], E.C. Retamosa[1], D. Jordano[1], J. Fernández Haeger[1] y R. Villar[1]

[1] Area de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, 14071 Córdoba. E-mail: bv1vimor@uco.es. [2] Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla, Apdo. 1095 E-41080 Sevilla. E-mail: reinoso@us.es

Resumen

El objetivo de este trabajo es conocer el efecto de las distintas técnicas de manejo del matorral en el Parque Nacional de Doñana sobre la producción de herbáceas y si las distintas comunidades vegetales responden de forma diferente al manejo. Se realizaron medidas de producción de herbáceas en dos años consecutivos (2000 y 2001) para comprobar si los resultados eran similares, no encontrándose diferencias en cuanto a producción total entre distintos años. Tanto el tipo de manejo como el tipo de vegetación afectaron a la producción de herbáceas. El desbroce, principalmente si es seguido de gradeo posterior, aumenta la producción anual de herbáceas con respecto a las parcelas control. Las parcelas de monte negro (con mayor humedad edáfica) presentaron una mayor producción que las de monte intermedio y éstas que las de monte blanco (más seco). Las distintas comunidades responden con distinta magnitud a los tratamientos de matorral, siendo las zonas de monte blanco las que aumentan más la producción respecto al control. Los resultados resaltan la importancia que tienen los tratamientos de matorral en el aumento de la producción de herbáceas y su posible incidencia en el aumento de las poblaciones de conejo, especie principal de la dieta del lince y águila imperial.

Palabras clave: biomasa, herbívoros, pastos.

Introducción

Uno de los principales objetivos del plan de manejo del lince (*Lynx pardina*) y del aguila imperial (*Aquila heliaca adalberti*) del Parque Nacional de Doñana es aumentar las poblaciones de conejo (*Oryctolagus cuniculus*), considerada como la presa principal de ambas especies. Para cumplir este objetivo se vienen realizado labores de manejo del matorral que intentan imitar las antiguas labores de labranza, con las que se creaban pequeños claros de pastizales que servían como fuente de alimentación a los herbívoros. Las técnicas de manejo más utilizadas han sido el desbroce y el desbroce con gradeo posterior con la intención de regenerar el matorral senescente e improductivo, así como crear claros donde se favorezca el crecimiento de herbáceas. Lopez *et al.* (2001) encontraron que efectivamente los tratamientos de matorral aumentaban la producción de herbáceas. Las conclusiones de López *et al.* (2001) se obtuvieron con datos de sólo un año de estudio. En el presente trabajo, se estudia la producción de herbáceas en dos años consecutivos (2000 y 2001) para conocer si los resultados son similares. Los objetivos de este estudio son: 1) averiguar si las labores de manejo son realmente efectivas a la hora de aumentar la producción de herbáceas; 2) conocer si las distintas comunidades vegetales responden de

la misma forma a los tratamientos; 3) determinar si el consumo por herbívoros afecta a la producción de herbáceas; 4) detectar si se producen cambios en la producción de herbáceas en años distintos.

Material y métodos

Las parcelas de matorral que han sido manejadas de forma experimental se encuentran situadas dentro de la Reserva Biológica de Doñana, en zonas donde el manto eólico ha sido fijado por el matorral a lo largo del tiempo. En estas zonas se distinguen tres tipos de matorral que se distribuyen según la profundidad del nivel freático: monte blanco, monte intermedio y monte negro (Rivas Martínez *et al.*, 1980). El monte blanco o jaguarzal corresponde a zonas donde el nivel freático está más profundo ya que corresponden a las antiguas crestas del sistema dunar; se trata pues de un matorral dominado por especies mas xerófitas en el que la disponibilidad de agua durante la estación seca es menor y la vegetación está sometida a un mayor estrés. El monte negro o brezal se establece en los antiguos valles dunares correspondiendo a zonas donde el manto freático está más cercano a la superficie, generando un ambiente con mayor humedad y donde la vegetación presenta una mayor cobertura y se encuentra sometida a un menor estrés hídrico durante la estación seca. El monte intermedio se dispone en las zonas de transición entre las dos anteriores, presentando unas características intermedias (Muñoz Reinoso y García Novo, 2000).

El estudio se llevó a cabo en parcelas manejadas en diciembre de 1998, teniendo en cuenta los siguientes factores: 1) vegetación: monte blanco (jaguarzal), monte negro (brezal), monte intermedio o de transición; 2) manejo, distinguiendose desbroce, desbroce con gradeo y control (zonas no tratadas); 3) herbivoría: control (herbivoría de conejos y ungulados), exclusión de ungulados (herbivoría de conejos), exclusión de conejos y ungulados (ausencia de herbivoría).

El desbroce se realizó con una desbrozadora de eje vertical de cadenas incorporada a un tractor. Las cadenas al girar cortan y trituran el matorral por el cuello de la raíz dejando la cepa enterrada. Los restos de matorral triturado quedan sobre la superficie del suelo. En el desbroce con gradeo, el terreno es gradeado tras el desbroce por un tractor con gradas que realiza un volteo del suelo no muy profundo (30 – 40 cm) enterrando los restos de broza y arrancando las cepas que permanecen tras el desbroce.

El experimento se basa en un diseño de bloques al azar y consta de tres unidades experimentales idénticas (bloques), cada una de ellas con 1800 m^2, de los cuales 600 m^2 pertenecen a monte blanco, 600 m^2 a monte de transición y 600 m^2 a monte negro. A cada uno de estos 600 m^2 se le aplicaron en diciembre de 1998 los tres manejos (200 m^2 sin manejo, 200 m^2 desbrozados y 200 m^2 desbrozados y gradeados) y los tres niveles de herbivoría (100 m^2 sin exclusión, 100 m^2 exclusión de ungulados y 12 m^2 exclusión de conejos, dentro de la exclusión de ungulados).

Durante los meses de mayo y junio del 2000 y del 2001 se realizaron medidas de producción en cada una de las parcelas experimentales. Se recolectó la parte aérea de las herbáceas en seis cuadrados de 0,25 m^2. Cada muestra se separó por especies y se obtuvo el peso seco de cada una de ellas tras 48 horas en la estufa a 80 ºC. La biomasa de las herbáceas se corrigió en función de la cobertura de matorral presente en la parcela donde se recolectó, para obtener estimaciones globales en un sistema donde puede considerarse que el estrato herbáceo y el arbustivo se presentan de forma excluyente. La cobertura del matorral se estimó en las diferentes parcelas mediante el método de intercepción lineal.

Se realizó un ANOVA usando el procedimiento GLM (general linear models, SAS, 1998) sobre el diseño de bloques, donde la producción de herbáceas fue la variable dependiente y como factores se consideraron: el año de muestreo (2000, 2001), el tipo de vegetación, el tipo de manejo, la herbivoría y el bloque. Previo al análisis se aplicó la transformación logarítmica de los datos.

Resultados

La producción anual de herbáceas estuvo influenciada significativamente por el bloque, el tipo de manejo y el tipo de vegetación, no siendo significativa el efecto de exclusión de herbívoros (Tabla 1).

Tabla 1: Análisis de varianza de la producción anual de herbáceas (g m^{-2}) considerando como factores: año, bloque, manejo de la vegetación, tipo de vegetación y herbivoría. Los datos se transformaron logarítmicamente previo al análisis. El modelo fue significativo (R^2=0.479; F=51.32; grados de libertad=13; P< 0.0001).

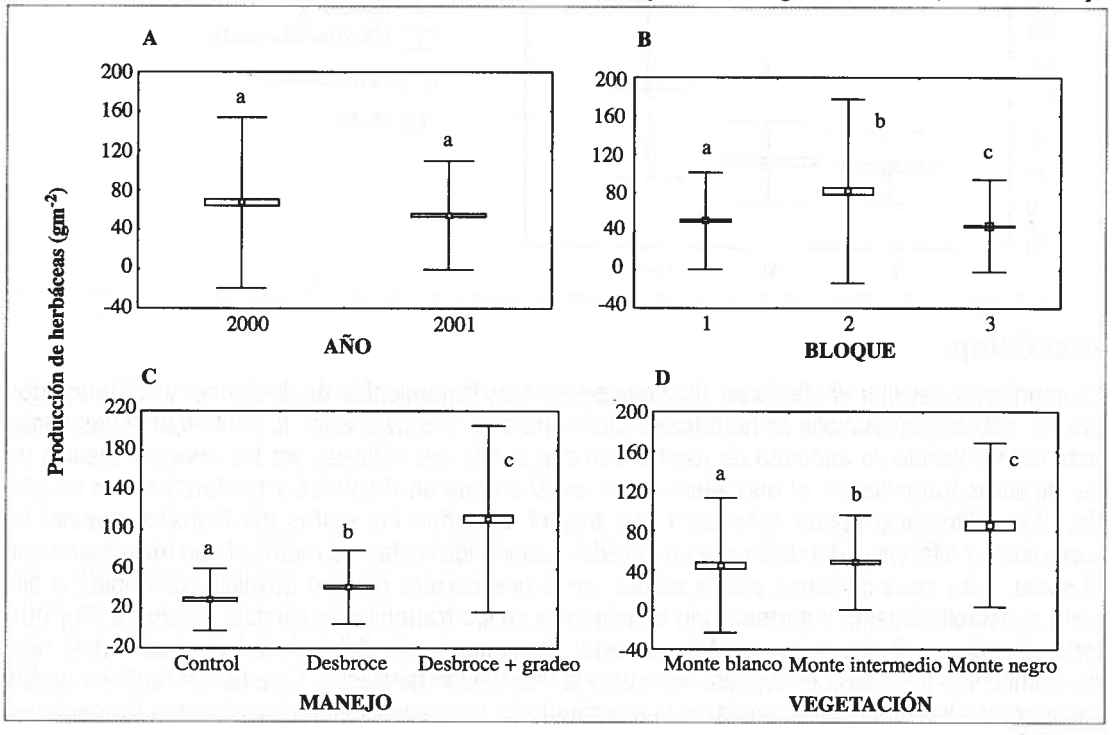
Factor	Grados de libertad	Suma de cuadrados tipo III	F	Probabilidad
Año	1	0.130	0.87	0.3509
Bloque	2	12.330	41.15	< 0.0001
Manejo	2	60.182	200.86	< 0.0001
Vegetación	2	20.643	68.90	< 0.0001
Herbivoría	2	0.507	1.69	0.1849
Manejo x Vegetación	4	3.984	6.65	< 0.0001

No se encontraron diferencias en la producción de herbáceas entre los dos años considerados: para el año 2000 los valores medios ± S.D. fueron 67 ± 87 g m^{-2} y para el año 2001 fueron de 55 ± 55 g m^{-2} (Figura 1 A).

La producción de herbáceas fue diferente significativamente entre los distintos bloques, siendo los valores más altos para el bloque 2 con 82 ± 95 g m^{-2}, seguido del bloque 1 (51 ± 50 g m^{-2}) y por último el bloque 3 (45 ± 48 g m^{-2}) (Figura 1 B).

En cuanto al manejo de la vegetación, los dos tipos de manejo aumentan la producción de herbáceas frente a las parcelas no manejadas (Figura 1 C). El aumento es mayor en el desbroce con gradeo posterior que en el desbroce sólo. Los valores medios de producción son de 29 ± 31; 41 ± 37 y 111 ± 94 g m^{-2} para el control, desbroce y desbroce con gradeo respectivamente.

Figura 1: Producción anual de especies herbáceas (g m^{-2}) según: el año de muestreo (A); el bloque (B); el tipo de manejo de matorral (C) y el tipo de vegetación (D). Distintas letras indican que hay diferencias significativas a P<0,05 (test de Tukey).

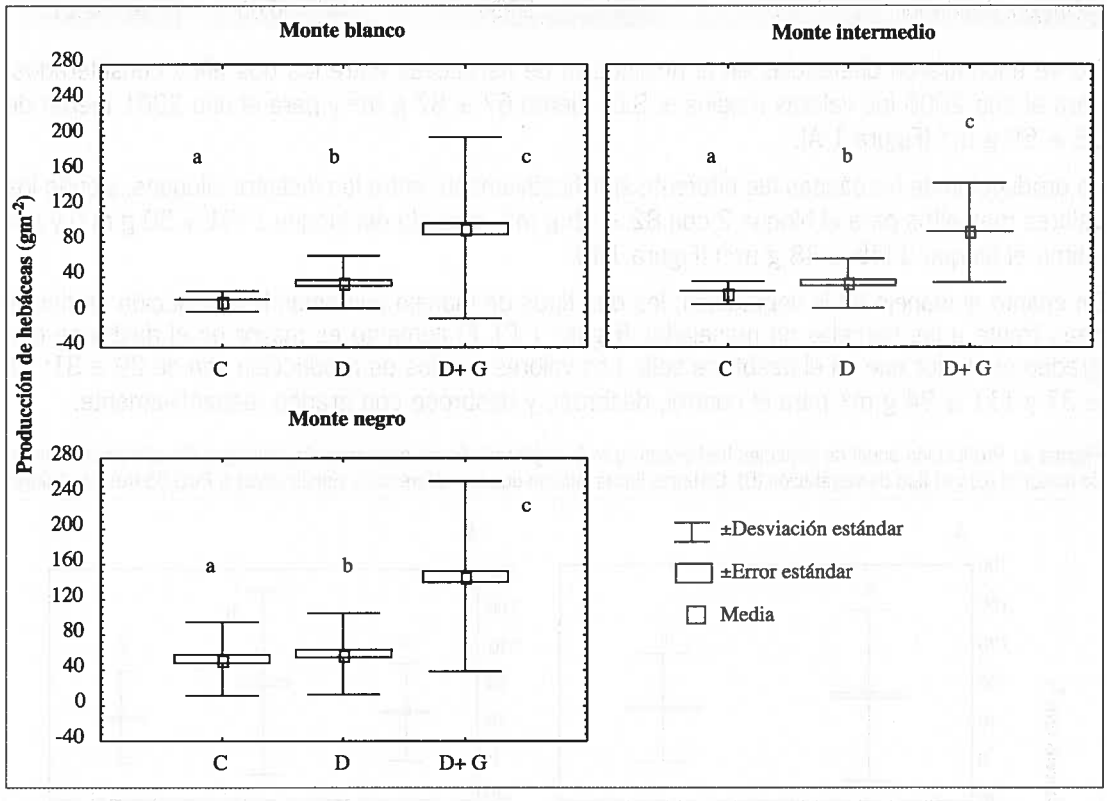


Los distintos tipos de vegetación también difieren significativamente entre ellos en cuanto a la producción de herbáceas, siendo los valores medios de 85 ± 82 g m^{-2} para el monte negro, 48 ± 47 g m^{-2} para monte intermedio y por último las zonas menos productivas las de monte blanco con 45 ± 68 g m^{-2}.

La exclusión de herbívoros no afectó de forma significativa a la producción de herbáceas (Tabla 1).

Se encontró una interacción significativa entre el manejo y el tipo de vegetación (Tabla 1), que viene determinada por el hecho de que aunque los distintos tipos de vegetación responden al manejo aumentando su producción, la magnitud de aumento es diferente entre los tipos de vegetación, notándose como las parcelas de monte blanco aumentan más la producción de herbáceas tras el manejo, que las de monte intermedio o negro (Figura 2).

Figura 2: Producción anual de herbáceas (g m^{-2}) en los diferentes tipos de vegetación según los diferentes manejos: control (C), desbroce (D) y desbroce con gradeo posterior (D+G).



Discusión

Es importante resaltar el efecto positivo que ejercen los tratamientos de desbroce, y desbroce con gradeo sobre la producción de herbáceas. De forma que, efectivamente, la gestión de estas zonas está determinando un aumento de producción que puede ser utilizada por los conejos. Dentro de los distintos tratamientos el más efectivo es aquél en que se desbroza y posteriormente se gradea. Esta diferencia puede deberse a que tras el desbroce los restos del matorral quedan en superficie, a diferencia del desbroce con gradeo, donde los restos de matorral son mezclados con el suelo. Esta capa de broza podría actuar como una barrera física o química que impida o dificulte el establecimiento y germinación de plántulas en los tratamientos de sólo desbroce. Por otro lado, cuando se desbroza sin gradeo posterior, la recuperación del matorral es mucho más rápida, eliminando los claros en los que se instala la vegetación herbácea. Este hecho también podría explicar las diferencias detectadas en la magnitud con la que responden las distintas formaciones

de matorral al manejo de la vegetación, siendo las de monte blanco las que tardan más en recuperarse tras el desbroce y esto puede motivar que su incremento de producción relativo al control sea mayor que las zonas de monte negro.

Las diferencias de producción de herbáceas en los tres tipos de vegetación considerados puede estar explicada por una mayor disponibilidad de agua en el suelo. De forma que el gradiente de producción de herbáceas está relacionado con el gradiente de humedad en el suelo (monte negro> monte intermedio> monte blanco). Estas diferencias también condicionan la biomasa y producción de las especies de matorral de estas zonas (Merino *et al.*, 1990). A su vez, las diferencias detectadas en las distintas zonas o transectos, parecen venir determinadas por las diferencias en humedad del suelo, ya que el bloque 2 (más productivo) presenta un nivel freático más cercano a la superficie, produciéndose a veces inundaciones temporales cuando la precipitación es alta.

Los resultados indican que no hay diferencia en la producción de herbáceas entre los años agrometeorológicos 1999-2000 y 2000-01, a pesar de presentar unas precipitaciones diferentes con 553 y 680 mm respectivamente. La precipitación es uno de los factores limitantes en la producción de herbáceas pero también puede ser muy importante el régimen de lluvia (Soriguer *et al.*, 2001). Efectivamente, durante el año 1999-2000 los meses más lluviosos fueron Octubre y Mayo, mientras que durante el año 2000-2001 lo fueron los de Diciembre, Enero y Marzo. Estos diferentes patrones en la precipitación podrían haber afectado de manera diferente la germinación y crecimiento de las especies herbáceas, disminuyendo la posible importancia que pudiera tener la cantidad total de precipitación.

Da la impresión que en estas zonas de Doñana, la exclusión de grandes herbívoros no parece necesaria, puesto que no se encuentra ningún efecto significativo sobre la producción. Esto contrasta con la situación en otras zonas de Doñana (tales como la vera), donde los herbívoros tienen un efecto muy importante sobre la producción de herbáceas, produciéndose descensos de hasta un 80-90% (Soriguer *et al.*, 2001).

Conclusiones

Los dos tipos de manejo aplicados a la vegetación aumentan la producción anual de herbáceas respecto a sus controles en los tres tipos de matorral, siendo el desbroce con gradeo el más efectivo. Los distintos tipos de vegetación responden en el mismo sentido a los tratamientos pero con distinta magnitud, de forma que la formación que más aumenta su producción con el manejo de matorral es el monte blanco. Los resultados indican que esta herramienta de gestión es eficaz para aumentar la producción de herbáceas y puede ser importante para regenerar los pastizales y aumentar las poblaciones de conejos.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de Blanca Ramos, Lalo y Justo del centro administrativo "El Acebuche" del P. N. de Doñana. Agradecemos la ayuda de Rafael Cadenas de Llano, Francisco Conde y de todos los alumnos internos de la División de Ecología de la Universidad de Córdoba que han colaborado en este estudio.

Referencias bibliográficas

LÓPEZ, I.; DEL RIO, I.; MUÑOZ, J.C.; RETAMOSA, E.C.; JORDANO, D.; FERNÁNDEZ, J.; VILLAR, R., 2001. Producción y diversidad en parcelas de matorral tratadas en el Parque Nacional de Doñana. Actas XLI Reunión científica de la S.E.E.P. I Foro Iberoamericano de Pasto, **I**, 141-146.

MERINO, O.; MARTÍN, M.P.; MARTÍN, A.; MERINO, J. 1990. Successional and temporal changes in primary productivity in two mediterranean scrub ecosystems. *Acta Oecologica*, **11 (1)**, 103-112.

MUÑOZ REINOSO, J.C.; GARCÍA NOVO, F. 2000. Vegetation patterns on the stabilized sands of Doñana National Park. *Proceedings IAVS Symposium*, 162-165. Opulus Press Uppsala.

RIVAS MARTINEZ, S.;COSTA M.; CASROVIEJO S.; VALDÉS E., 1980. Vegetación de Doñana. *Lazaroa*, **2**, 5-189.

SAS Institute Inc., 1998. SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Volume 2, 846 pp. Cary, NC, USA.

SORIGUER, R.C.; RODRÍGUEZ SIERRA, A.; DOMÍNGUEZ NEVADO, L., 2001. Análisis de la incidencia de los grandes herbívoros en la marisma y la vera del Parque Nacional de Doñana. Ministerio de Medio Ambiente, 231 pp. Madrid (España).

GRASSLAND PRODUCTIVITY IN MANAGED SHRUB AREAS IN DOÑANA NATIONAL PARK (SPAIN) DURING TWO YEARS

SUMMARY

The aim of this paper is to know the effect of different types of shrub management on the grassland productivity in Doñana National Park (Spain) and if the different plant communities respond in a different way to the management. Herbaceous production was measured in two consecutive years (2000 and 2001) to test if the results were similar. No difference in production between years was detected. Both the type of management and the type of plant communities had an effect on the herbaceous production. The clearing, especially if ploughing follows it, increase the herbaceous production. The heathland ("monte negro") (with more soil humidity) had a higher production than "monte intermedio" (with intermediate soil humidity) and this latter more than "monte blanco" (more xerophytic). The different plant communities responded with different magnitude to the management, being the "monte blanco" the community with a higher increase in production in relation to the control. The results stress the importance of the management in the increase of herbaceous production and its impact on the increase of rabbit's population, the principal prey of lynx and imperial eagle.

Keywords: biomass, clearing, ploughing, scrub.

BIODIVERSIDAD, GRADO DE COBERTURA Y ESTRUCTURA ESPACIAL DE LAS COMUNIDADES DE PALMITAR DEL SURESTE IBÉRICO (PARQUE NATURAL DEL CABO DE GATA-NÍJAR) A LO LARGO DE UN GRADIENTE DE PASTOREO

Y. Pueyo[1], C.L. Alados[1] y C. Ferrer[2]

[1] Instituto Pirenaico de Ecología (C.S.I.C.). Avda. Montañana 177. Apdo. 202. 50080 Zaragoza, España. [2] Dpto. de Agricultura y Economía Agraria, Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177. 50013 Zaragoza, España.

Resumen

En este estudio se investiga el efecto que diferentes cargas ganaderas tienen sobre la vegetación natural del Parque Natural del Cabo de Gata-Níjar. Concretamente, se analizan los efectos sobre la diversidad de especies, el grado de cobertura y la estructura de las comunidades vegetales. La metodología utilizada comprende el muestreo de la vegetación con transectos y el posterior análisis de los datos mediante índices de diversidad, riqueza y equitatividad, y curvas atenuadas. Los resultados muestran cambios en la cobertura de arbustos perennes, *Stipa tenacissima* L. y especies de terófitos a lo largo del gradiente de pastoreo, e indican que la carga ganadera intermedia favorece la diversidad y la equitatividad de especies. Sin embargo, la riqueza específica no mostró diferencias significativas a lo largo del gradiente de pastoreo.

Palabras Clave: diversidad biológica, equitatividad, riqueza específica, comunidad vegetal, gestión del pastoreo.

Introducción

Numerosos estudios han corroborado el papel del pastoreo como agente modificador de la estructura y la composición específica de las comunidades vegetales. En los ecosistemas con una larga tradición ganadera, el pastoreo se considera esencial para mantener la estructura, funcionalidad y biodiversidad de las comunidades vegetales (Montalvo *et al.*, 1993; Milchunas, 1998), como es el caso de la cuenca Mediterránea, donde los efectos negativos de la supresión del pastoreo sobre la diversidad han sido documentados (Naveh y Whittaker, 1979). Sin embargo, bajo condiciones de sobrepastoreo el efecto es el contrario, empobreciendo la comunidad vegetal (Puerto, 1976; Naveh y Whittaker, 1979), disminuyendo su productividad (Milchunas *et al.*, 1994) y aumentando el porcentaje de suelo desnudo. Los mecanismos por los que los herbívoros modifican la dinámica de las comunidades vegetales son diversos. En primer lugar, afectan de forma selectiva a las especies dominantes, reduciendo la exclusión competitiva y favoreciendo la diversidad (Marañón, 1991). Por efecto mecánico del pisoteo favorece la diversificación de nichos y la apertura de espacios, lo que beneficia a las plantas oportunistas y de ciclo corto (Ferrer *et al.*, 1997a). Este hecho, a pesar de que aumenta la diversidad específica de las comunidades, en ocasiones se ha considerado un efecto adverso del pastoreo sobre la estructura de los ecosistemas, puesto que las especies que se ven beneficiadas son características de estadios sucesionales tempranos.

El Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar (P.O.R.N, 1996) señala el sobrepastoreo como una de las principales causas de la elevada tasa de erosión que soporta el Parque, y lo presenta además como una amenaza para la conservación de la rica biodiversidad existente. Sin embargo esto contrasta con estudios socioeconómicos realizados en la zona en los que aparece la ganadería extensiva en una grave retroceso, lo que pone en peligro a su vez el mantenimiento de ecosistemas adaptados a este aprovechamiento (Barroso y Lázaro, 1999). Este desacuerdo no hace sino poner de manifiesto el delicado equilibrio en el que se encuentran los ecosistemas mediterráneos y la necesidad de un estudio detallado de la situación actual de las comunidades vegetales naturales del Parque y el efecto que la carga ganadera que soportan tiene sobre su estructura y biodiversidad.

El objetivo de este trabajo es caracterizar la dirección y magnitud del proceso mediante el cual el pastoreo afecta a la biodiversidad, la cobertura y la estructura espacial de la comunidad vegetal objeto de estudio con el fin de aportar datos útiles para una correcta gestión de los recursos naturales de la zona.

Material y métodos

Descripción de la zona de estudio

El presente estudio se ha llevado a cabo en una explotación ganadera localizada en el Parque Natural del Cabo de Gata-Níjar (Almería), donde el tipo de vegetación predominante corresponde al palmitar, un matorral disperso perteneciente a la serie termomediterránea murciano-almeriense semiárida del lentisco (*Pistacia lentiscus* L.): *Chamaeropo-Rhamneto lycioidis sigmetum* (Rivas-Martínez, 1987). En la vegetación actual todavía se reconocen las comunidades vegetales correspondientes a las series, aunque degradadas en cierta medida y actualmente dominadas por *Stipa tenacissima* L.

En la actualidad, el uso ganadero del Parque Natural del Cabo de Gata-Níjar se realiza mediante explotaciones ganaderas independientes de tipo familiar (Boza *et al.*, 1998). La explotación ganadera donde se ha realizado este estudio se ubica en terrenos llanos en los que se cultiva cereal de secano intercalados por lomas de vegetación natural. Presenta 300 ha de pastos y una carga ganadera total de 1,83 cabezas ha^{-1} $año^{-1}$, con rebaños constituidos por ovejas de la raza segureña y algunas cabras malagueñas y murciano-granadinas.

Toma y análisis de los datos

Se estableció un gradiente de intensidad de pastoreo en función de la utilización que los animales hacían del pasto (Alados *et al.*, en prensa). De esta forma, los datos de carga ganadera media de cada explotación (cabezas $ha^{-1}año^{-1}$) se multiplicaron por un factor de corrección del uso del pasto calculado a través de observaciones directas con un GPS del tiempo que el ganado estaba en cada zona de estudio a lo largo de las diferentes estaciones.

En cada nivel de pastoreo se hizo un muestreo de la vegetación en tres transectos de 500 m registrando cada 20 cm la especie o especies presentes o en su caso el suelo desnudo.

Para el análisis de los datos, en primer lugar se han calculado las proporciones de suelo desnudo y la cobertura de arbustos perennes, de especies de terófitos y de la gramínea perenne *Stipa tenacissima* L. A pesar de que existen otras gramíneas perennes, su presencia es muy escasa, por lo que no se han considerado en este estudio. Por otro lado, se han utilizado el índice H´de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) como medida de diversidad, el índice J´de Pielou (Pielou, 1975) como medida de equitatividad y el número de especies como medida de riqueza específica. Para analizar si existen diferencias en los porcentajes de cobertura y en los índices entre niveles de pastoreo se ha utilizado el ANOVA de un factor con SPSS 9.0, realizando previamente la transformación arcoseno de la raíz cuadrada en el caso de los datos que son porcentajes. Finalmente, se ha pro-

bado el método de las curvas atenuadas para comparar en igualdad de condiciones la riqueza específica entre diferentes áreas mediante el método propuesto por Ludwig y Reynolds (1988). Con este método pueden compararse la riqueza específica de diferentes áreas puesto que estandariza en función del número de individuos muestreados.

Resultados y discusión

Carga ganadera

La carga ganadera efectiva resultante puede verse en la Tabla 1.

Tabla 1: Carga ganadera (cabezas $ha^{-1}año^{-1}$) de cada zona de estudio, y valores medios de la proporción de suelo desnudo y cobertura de arbustos perennes, de terófitos y de *Stipa tenacissima* L., con el error típico y análisis de la varianza de un factor. Tres réplicas para cada tratamiento. Letras diferentes en cada fila indican diferencias significativas (p<0,05).

Intensidad de pastoreo	I	II	III	$F_{2,6}$	P
Carga ganadera (cabezas $ha^{-1}año^{-1}$)	1,09	1,82	2,58		
Proporción suelo desnudo (%)	33,78±2,65	33,91±1,58	37,13±2,93	0,584	0,586
Cobertura de arbustos perennes (%)	45,55±2,30[a]	35,61±0,93[b]	29,62±1,65[b]	21,777	0,002
Cobertura de terófitos (%)	14,09±1,55[a]	27,79±1,05[b]	22,98±1,76[b]	21,793	0,002
Intensidad de pastoreo	I	II	III	$F_{1,7}$	P
Cobertura Stipa tenacissima L. (%)	39,19±2,53[a]	36,38±1,93[b]	47,24±3,34[b]	8,954	0,020

Cobertura vegetal

En la Tabla 1 también se presentan los resultados referentes a la cobertura vegetal. Los resultados muestran una disminución significativa de la cobertura de arbustos perennes entre la intensidad de pastoreo I y II, a la vez que la proporción de especies de terófitos aumenta significativamente entre estas dos zonas. En la zona III se sigue con la misma tendencia, aunque las diferencias no son significativas. La cobertura de *Stipa tenacissima* L. presenta su mínimo en las zonas I y II, que comparándolas conjuntamente frente al nivel III de pastoreo presenta diferencias significativas. La dominancia de esta especie se ha considerado un signo de degradación y empobrecimiento de la vegetación de esta zona (Rivas-Martínez, 1987; Alados *et al.*, en prensa). Finalmente, el porcentaje de suelo desnudo no presentó diferencias significativas debido a la alta variabilidad que presentaban los transectos.

Parece claro que el pastoreo modifica la composición de las comunidades, puesto que no todas las especies se ven afectadas de la misma forma. La evolución conjunta herbívoro-planta ha dado lugar a plantas muy adaptadas a soportar el pastoreo, mientras que otras se ven perjudicadas. Así, las leguminosas (Naveh y Whittaker, 1979), las plantas con elevada tasa de reproducción vegetativa y los terófitos (Ferrer *et al.*, 1997b; Alados *et al.*, en prensa) se ven favorecidos por el pastoreo, mientras que los arbustos perennes suelen verse más afectados por los herbívoros, sobre todo en las regiones con veranos secos, puesto que serán las únicas especies vegetales disponibles para el ganado (O´Connor y Roux, 1995; Ferrer *et al.*, 1997b; Fahnestock y Detling, 1999).

Diversidad, riqueza y equitatividad

La Tabla 2 muestra los valores del índice H´ de Shannon, la riqueza específica y el índice J´ de Pielou, así como el resultado del análisis de la varianza aplicado para cada índice entre los diferentes niveles de pastoreo.

La equitatividad es mayor significativamente en el nivel intermedio de pastoreo (p<0,05), donde coincide la disminución significativa de la dominancia de *Stipa tenacissima* L. con la disminución significativa de la cobertura de arbustos perennes y el aumento significativo de las especies de terófitos.

Las diferencias en riqueza específica no son significativas en ningún caso, aunque la tendencia que se observa es a disminuir conforme aumenta la intensidad de pastoreo. Sin embargo, dado que el número de individuos muestreados no es igual en las tres zonas de estudio, sino que se tomó el mismo número de medidas en cada zona (1500 contactos), el método de las curvas atenuadas nos ha permitido comparar la riqueza específica de las tres zonas contabilizando el mismo número de individuos. La riqueza específica que predicen las curvas para 2500 individuos es: zona I, 98; zona II, 89; zona III, 83. La riqueza específica disminuye al aumentar la presión de pastoreo y por tanto la tendencia es la misma que la que aparece en la Tabla 2.

Tabla 2: Valores medios del índice de Shannon (diversidad), el número de especies (riqueza) y el índice de Pielou (equitatividad), error típico y análisis de la varianza de un factor. Tres réplicas para cada tratamiento. Letras diferentes en cada fila indican diferencias significativas ($p<0,05$).

Intensidad de pastoreo	I	II	III	$F_{2,6}$	P
Diversidad	2,43±0,01	2,78±0,10a	2,37±0,07b	5,687	0,041
Riqueza	86,33±4,91	78,33±3,75	74,67±11,05	0,666	0,548
Equitatividad	0,54±0,02a	0,64±0,02b	0,55±0,02a	7,350	0,024

Finalmente, el pastoreo ocasiona la disminución significativa de la diversidad entre la intensidad de pastoreo II y III ($p<0,05$), como consecuencia de la variación de riqueza y equitatividad, los dos componentes que resume éste índice.

Por tanto, parece que la vegetación tiene su óptimo en niveles intermedios de pastoreo, puesto que es en esta zona donde se ha registrado un mayor índice de Shannon y una mayor equitatividad. Estos resultados inducen a concluir que la vegetación de esta zona está más adaptada al nivel intermedio de pastoreo, puesto que con presión ganadera más baja y con presión ganadera más alta la comunidad vegetal se ve afectada, ya sea por el estrés que representa un pastoreo excesivo (McNaughton, 1985; Milchunas *et al.*, 1988, Alados *et al.*, en prensa) o por la exclusión competitiva de especies que se ven favorecidas por la falta de pastoreo (Naveh y Whittaker, 1979; Marañón, 1991), desestabilizando el equilibrio del ecosistema. Por tanto, parece que en la zona de estudio se reconocen tres situaciones: una de infrapastoreo (1,09 cabezas $ha^{-1}año^{-1}$), una de pastoreo adecuado (1,82 cabezas $ha^{-1}año^{-1}$) y por último, una de sobrepastoreo (2,58 cabezas $ha^{-1}año^{-1}$). Este es un resultado coincidente con numerosos estudios que hablan de niveles intermedios de pastoreo como el óptimo para ecosistemas adaptados a este tipo de perturbación (Ferrer y Broca, 2001), como es el caso de la vegetación mediterránea (Naveh y Whittaker, 1979).

Finalmente, conviene señalar que aunque en el presente estudio la comunidad de palmitar se haya mostrado en buenas condiciones bajo una intensidad de pastoreo de 1,82 cabezas $ha^{-1}año^{-1}$, estos resultados no son extrapolables a otros tipos de vegetación de la zona, puesto que, como se vio en un estudio anterior, una carga ganadera de 0,65 cabezas ha^{-1} $año^{-1}$ o superior es perjudicial para la vegetación que predomina en el sureste del Parque Natural, dominada por *Periploca laevigata* subsp. *angustifolia* L y *Chamaerops humilis* L (Alados *et al.*, en prensa).

Conclusiones

La comunidad de palmitar del Parque Natural del Cabo de Gata-Níjar presenta una mayor cobertura de arbustos perennes en la zona con menor intensidad de pastoreo, a la vez que una menor cobertura de especies de terófitos. Por otro lado, a niveles intermedios de pastoreo es donde la explotación ganadera estudiada tiene valores máximos de diversidad y equitatividad. La degradación se manifiesta de forma significativa al aumentar la intensidad de pastoreo entre la zona II y la zona III, donde existe una gran dominancia de *Stipa tenacissima* L.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado con el apoyo de la UE bajo el proyecto "Desertification Risk Assessment in Silvopastoral Mediterranean Ecosystems" (ERBIC18-CT98-0392) y con la beca predoctoral del Gobierno de Aragón que la primera autora disfruta.

Referencias bibliográficas

ALADOS, C. L., PUEYO, Y., GINER, M. L., NAVARRO, T., ESCÓS, J., BARROSO, F., CABEZUDO, B., EMLEN, J. M. Quantitative characterization of the regressive ecological succession by fractal analysis of plant spatial patters. *Ecological Modelling*. En prensa.

BARROSO, F., LÁZARO, R., 1999. Los pastos y la ganadería extensiva en Almería: una perspectiva general. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos* (Almería), 17-31.

BOZA, J., ROBLES, A. B., HERNÁNDEZ, F. G., REBOLLO, F. P., TERRADILLOS, A., 1998. *Análisis de los pastos y evaluación de la capacidad sustentadora del Parque Natural del Cabo de Gata-Níjar*. SINAMBA. Junta de Andalucía, Sevilla (España).

FAHNESTOCK, J. T., DETLING, J. K., 1999. The influence of herbivory on plant cover and species composition in the Pryor Mountain Wild Horse Range, USA. *Plant Ecology*, **144**, 145-157.

FERRER, C., BROCA, A., 2001. Pastos y biodiversidad. Una revisión científica (1960-2000) de la producción bibliográfica de la SEEP. *Actas de la XLI Reunión Científica de la SEEP*. (Almería), 25-54.

FERRER, C., FERRER, V., BROCA, A., MAESTRO, M., 1997a. Efectos del pastoreo sobre la denudación del suelo y la diversidad vegetal en pastos arbolados de *Quercus faginea* Lam. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP* (Sevilla-Huelva), 123-130.

FERRER, C., FERRER, V., BROCA, A., MAESTRO, M., 1997b. Efecto desbroce provocado por el ganado en pastos arbustivos Mediterráneos de *Genista scorpius* (L.) DC. y *Quercus coccifera* L. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP* (Sevilla-Huelva), 131-137.

LUDWIG, J. A., REYNOLDS, J. F., 1988. *Statistical Ecology*. John Wiley and Sons, 337 pp. New York (EEUU).

MARAÑÓN, T., 1991. Diversidad en comunidades de pasto Mediterráneo: modelos y mecanismos de coexistencia. *Ecología*, **5**, 149-157.

MCNAUGHTON, S. J., 1985. Ecology of a grazing ecosystem: the Serengeti. *Ecological Monographs*, **55**, 259-294.

MILCHUNAS, D. G., FORWOOD, J. R., LAUENROTH, W. K., 1994. Productivity of long-term grazing treatments in response to seasonal precipitation. *Journal of Range Management*, **47**, 133-139.

MILCHUNAS, D. G., LAUENROTH, W. K., BURKE, I. C., 1998. Livestock grazing: animal and plant biodiversity of shortgrass steppe and the relationship to ecosystem function. *Oikos*, **83**, 65-74.

MILCHUNAS, D. G., SALA, O. E., LAUENROTH, W. K., 1988. A generalized model of the effect of grazing by large herbivores on grasslands community structure. *The American Naturalist*, **130**, 168-198.

MONTALVO, J., CASADO, M. A., LEVASSOR, C., PINEDA, F. D., 1993. Species diversity patterns in Mediterranean grasslands. *Journal of Vegetation Science*, **4**, 213-222.

NAVEH, Z., WHITTAKER, R. H., 1979. Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in northern Israel and other Mediterranean areas. *Vegetatio*, **41 (3)**, 171-190.

O´CONNOR, T. G., ROUX, O. W., 1995. Vegetation changes (1949-71) in a semi-arid, grassy dwarf shrubland in the Karoo, South Africa: influence of rainfall variability and grazing by shee. *Journal of Applied Ecology*, **32**, 612-626.

PIELOU, E. C., 1975. *Ecological diversity*. Wiley, 165 pp. New York (EEUU).

P. O. R. N. (Plan de Ordenación de los Recursos Naturales) y P. R. U. G. (Plan Rector de Uso y Gestión) del Parque Natural del Cabo de Gata-Níjar. 1996. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla (España).

PUERTO, A., 1976. Distintas causas de diversidad y dominancia en etapas avanzadas de la sucesión secundaria bajo régimen de pastoreo. *Pastos*, **6(1)**, 100-111.

RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1987. *Mapa de series de vegetación de España 1:400.000*. ICONA. Ministerio de Agricultura, Pesca y alimentación, 268 pp. Madrid (España).

BIODIVERSITY, COVERAGE AND SPATIAL PATTERN AT SEMIARID IBERIAN SOUTH-EAST PALMITAR (CATO DE GATA-NIJAR NATURAL PARK) ALONG A GRAZING GRADIENT

SUMMARY

The purpose of this study is to determine the effects of different grazing pressures on natural vegetation of Cabo de Gata-Níjar Natural Park. Effects on biodiversity, coverage and spatial pattern were evaluated. Transects 500 m length were carried out and then data were analysed by diversity, richness and evenness indices and rarefaction curves. Results show changes on perennial shrubs, *Stipa tenacissima* L. and annual herbs coverage along grazing gradient. Moreover medium grazing pressure has the best diversity and evenness values, but richness differences were not significant.

Key words: biological diversity, evenness, species richness, vegetation community, grazing management.

ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD Y COBERTURA DE LOS PASTIZALES NATURALES DE *Stipa tenacisima* L. EN EL SURESTE PENINSULAR

E. Jordan, M. Selva, J.M. López Pérez y M.V. Vicente

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete. Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario, s/n. 02071-Albacete. E-mail: esteban.jordan@uclm.es mariano.selva@uclm.es

Resumen

Con este trabajo se pretende aportar cierta información a cerca de la cubierta vegetal de una comunidad herbácea muy frecuente en los terrenos calcáreos del sureste de la peninsula ibérica. Nos referimos a los espartizales, los cuales en esta zona aparecen en gran extensión de terreno y ocupan generalmente exposiciones heliófilas, ya sea solana o zonas llanas. Para esta formación se ha obtenido información acerca de la diversidad florística, parámetros morfológicos de la parte aérea, densidad y cobertura vegetal aportada por el esparto.

Palabras clave: semiárido, cobertura, pastoreo.

Introducción

El esparto o atocha (*Stipa tenaissima* L.), gramínea vivaz, de carácter xerófilo, porte amacollado y hojas duras filiformes, es una especie de gran importancia en el sureste semiárido peninsular, capaz de ocupar hábitats degradados (fundamentalmente de solana) donde la vegetación arbórea, y mayoría de los matorrales tienen escasas posibilidades para desarrollarse. Estas formaciones son importantes desde el punto de vista del aprovechamiento pastoral ya que cumplen una importante aportación de recursos pastables a finales de invierno y principios de primavera (marzo-abril). Este hecho es de gran importancia para el aprovechamiento extensivo de pastos, ya que produce un aporte de forraje en una época del calendario pastoral en la que la mayoría de las especies acompañantes (tanto herbáceas como arbustivas) aún no han iniciado la emisión de brotes. Por lo tanto, cubre una época de escasez de recursos pastables en la zona semiárida peninsular, además de permitir ampliar el periodo de oferta de recursos forrajeros disponibles (principalmente a través de su espiga) para que se lleve a cabo un aprovechamiento extensivo en estos ambientes.

Los objetivos fundamentales de este trabajo serán los que se definen a continuación:

- Estudio de la frecuencia florística de los espartizales típicos del sureste peninsular.
- Estimación de la densidad de individuos por especie en estas formaciones y obtención de la constante β resultante de la comparación del método de muestreo de la vegetación mediante el método de bandas y Point Center Quarter.
- Estimar la cobertura que presentan estas peculiares formaciones vegetales del sureste semiárido, comparando metodologías clásicas de muestreo (Point-Center Quarter) con nuevas tecnologías de análisis digital de imágenes.

Material y métodos

Se eligieron las diversas zonas de muestreo de manera que fueran representativas de la estructura típica de los espartizales del sureste peninsular, llevandose a cabo los muestreos en Liétor (sur de Albacete). Las coordenadas U.T.M. de la zona son las siguientes: 594.000 m de longitud y 4.262.000 m de latitud en el uso 30.

1. Determinación de la densidad.

1.1. Muestreos de vegetación mediante bandas para obtener la densidad real.

Sobre estas formaciones representativas, se han realizado sobre el terreno 6 bandas de 50 m de largo por 2 de ancho, en las que se han contabilizado todos los individuos de las especies arbustivas presentes, además del esparto, obteniendo de esta manera la densidad real (número de individuos/ha).

1.2. Muestreos de la vegetación mediante el método Point Center Quarter.

Esta metodología se halla descrita en la bibliografía (COTTAN & CURTIS, 1.949 y 1956), aportando información de densidad (número pies/ha), diámetro de copa y altura de planta. Los transectos realizados se han llevado a cabo en el interior de las bandas señalizadas anteriormente, para poder comparar ambos métodos.

1.3. Corrección de la densidad aportada por Point Center Quarter.

Para este ajuste se utiliza la densidad de individuos obtenida por el método de las bandas, y se confronta con la aportada por el método de muestreo de arbustos Point Center Quarter. De esta comparación se obtiene el valor de la constante β, dependiente de la formación vegetal.

Ecuación de densidad del método Point Center Quarter: $\mathbf{D: 10.000/\ \beta * d^2\ (m)}$

D: densidad de individuos por hectárea. β: constante de corrección.
d: distancia media desde al punto de muestreo hasta la planta más cercana.

2. Determinación de la cobertura vegetal de los espartizales.

La determinación de la cobertura vegetal en estas comunidades se ha calculado mediante 2 procedimientos: mediante análisis digital de imágenes tomadas sobre el terreno y a partir de la información aportada por el método Point Center Quarter.

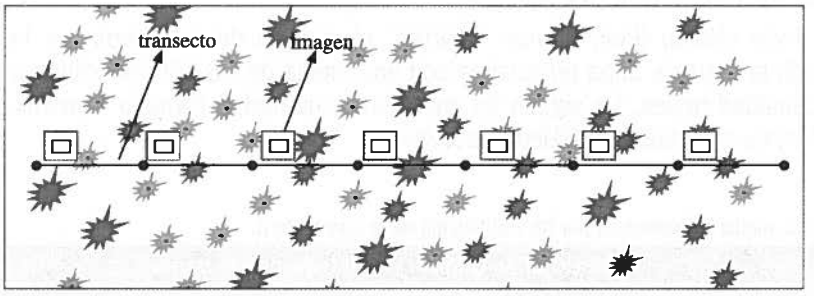
2.1. Análisis de la cobertura con ER MAPPER:

Para ello, sobre los mismos transectos utilizados para las bandas y la metodología clásica, se han extraído imágenes digitales, que posteriormente se han analizado mediante el programa informático ER MAPPER v.6.0. Esta aplicación informática aporta como resultado el porcentaje de fracción de cubierta vegetal y de suelo desnudo de las imágenes tratadas. La imagen se toma desde una altura adecuada, de modo que el efecto de la distorsión sea inapreciable. Para ello, se utilizó un mecanismo que permitía tomar la imagen desde la altura necesaria.

Toma de imágenes en campo: según se observa en la figura nº 1, cada transecto consta de 50 m de longitud, y sobre éste se ha realizado la toma de una imagen digital cada 1 metro de distancia. Para la toma de fotografías digitales del terreno, se ha hecho uso de la cámara Kodak DC 290, con la cual se han realizado las 50 fotos que componen cada uno de los transectos replanteados sobre el terreno.

Análisis de imágenes con ER MAPER: se inicia el proceso de análisis del contenido de éstas mediante el programa informático ER MAPER v. 6.0, que determina que porcentaje de píxeles de esta imagen pertenecen a cada región que previamente hay que definir. Las regiones que se han definido son: vegetación viva, vegetación muerta, suelo desnudo y roca. Con la aplicación de este software se puede alcanzar un grado de exactitud muy cercano a la realidad en cada una de las regiones definidas.

Figura 1: Esquema para la toma de imágenes digitales.



Para la determinación del porcentaje de píxeles perteneciente a cada región se ha utilizado la siguiente formula:

$$\%\ \textit{de cubierta perteneciente a cada región} = \frac{\text{nº píxeles región}}{\text{nº píxeles totales}}\ 100$$

2.2. Análisis de la cobertura a partir de Point Center Quarter.

La cobertura se ha obtenido a partir de la información de área media de copa por individuo y densidad corregida por hectárea y por especies (sin corregir aún, mediante la aplicación de la constante β=1 a cada especie), obtenida de los transectos realizados con este método.

2.3. Comparación de ambos métodos.

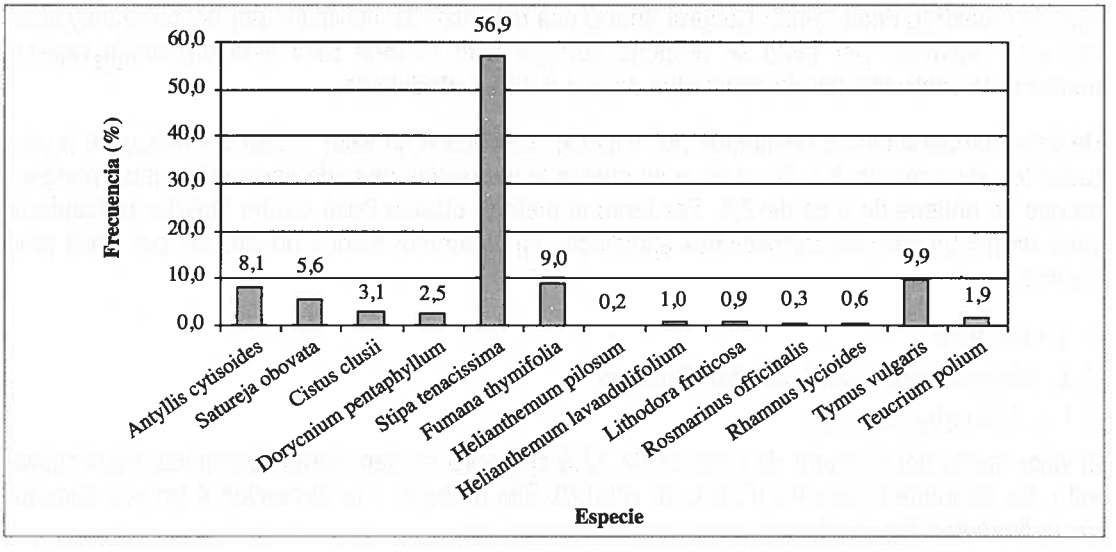
Se pretende validar la cobertura aportada por el método clásico (point center quarter). Para ello, por una parte se calcula la cobertura a partir de éste método clásico, y por otra se calcula con el software informático ER Mapper de alto grado de precisión. De la comparación de ambos métodos se obtiene la constante de corrección (K) del método clásico.

Resultados y discusión

1. Frecuencia florística de los espartizales

Se muestra una comunidad vegetal, donde el número de especies presentes está alrededor de las 13. Destaca la herbácea vivaz *Stipa tenacissma* L. que es la más abundante con el 56.9 % . En la figura 2 se observa una clara dominancia de la frecuencia de individuos de *Stipa tenacissima* (56.9%). Le siguen especies de la familia Labiatae como son *Thymus vulgaris* (9.9 %) y *Fumana thymifolia* (9.0 %). Estos datos se han obtenido a partir del método de las bandas.

Figura 2: Frecuencia florística.



2. Densidad de individuos por hectárea

Según el método clásico (Point Center Quarter), el número de individuos por hectárea es de 51.149, siendo la especie *Stipa tenacísima* con una media de 28.550 individuos por hectárea la que mayor densidad posee. Le siguen en importancia numérica *Fumana thymifolia* (5459 individuos/ha) y *Antyllis cytisoides* (4401individuos/ha).

Tabla 1: Densidad media de individuos por ha y obtención de la constante β.

Especie	Point Center Quarter	Método de las bandas	Constante β
Antyllis cytisoides	4401	1850	3,2
Satureja obovata	2017	933	2,3
Cistus clusii	491	200	4,3
Dorycnium pentaphyllum	1450	600	2,6
Stipa tenacissima	28550	10850	2,5
Fumana thymifolia	5459	1600	4,9
Helianthemum pilosum	236	67	3,6
Helianthemum lavandulifolium	723	600	1,2
Lithodora fruticosa	44	17	2,6
Rosmarinus officinalis	48	183	1,5
Rhamnus lycioides	177	33	5,3
Tymus vulgaris	6889	3467	2,2
Teucrium polium	665	289	2,3
Total/ha	51149	20689	Media aritmética: 3,1 Media ponderada: 2,5

Mediante el método de bandas también se aprecia la dominancia del numero de individuos de *Stipa tenacísima* (10850 individuos/ha), seguida muy de lejos por *Tymus vulgaris* (3467 individuos/ha), *Antyllis cytisoides* (1850 individuos/ha) y *Fumana thymifolia* (1600 individuos/ha).

Obtención de la constante de corrección de la densidad "β"

Según la comparación de valores de las 2 metodologías utilizadas, se observa que el método clásico de muestreo Point Center Quadrat aporta una densidad de individuos por hectárea muy superior a la existente; por tanto se propone corregir este método para esta formación vegetal, mediante la confrontación de resultados de una y otra metodología.

De esta comparación de resultados por especie, se obtiene un valor medio aritmético de β para todas las especies de 3,1. Si se tiene en cuenta la frecuencia de cada especie la media ponderada que se obtiene de β es de 2,5. Por tanto el método clásico Point Center Quarter presenta un valor de β=2,5 para las formaciones estudiadas en el sureste ibérico dominadas por *Stipa tenacissima*.

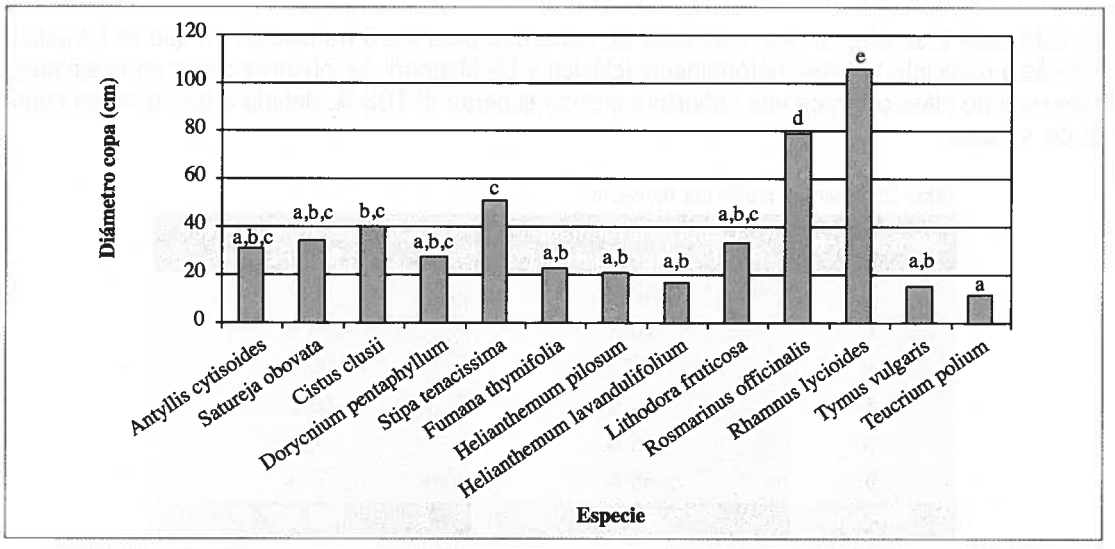
3. Cobertura

3.1. Metodología Point Center Quarter

3.1.1. Diámetro de copa

El valor medio del diámetro de copa es de 37.6 cm, pero existen claras diferencias significativas entre las diferentes especies (F: 63.74, α:0.00). Ello da lugar a la formación 4 grupos homogéneos diferentes (figura 3).

Figura 3: Diámetro medio de copa (cm).



**a,b,c,d,e: las especies que comparten la misma letra, pertencen al mismo grupo homogéneo de diámetro de copa.

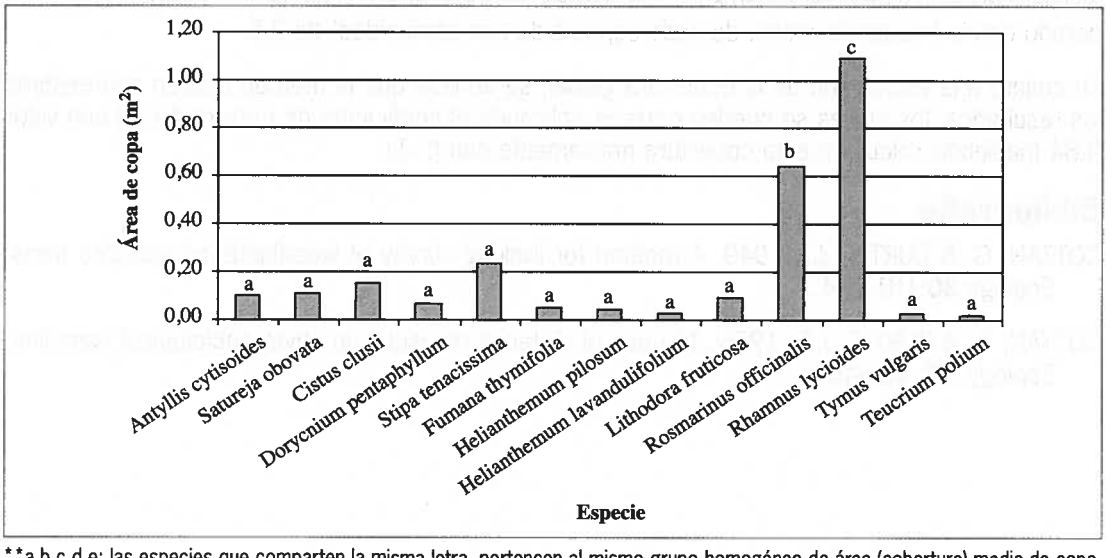
Rosmarinus officinalis (79 cm) y *Rhamnus lycioides* (105 cm) son las especies que mayor diámetro de copa presentan (grupo homogéneo d). Le sigue *Stipa tenacissima* con 50 cm de diámetro de copa (grupo homogéneo c). Los valores más bajos son ofrecidos por *Teucrium polium* (12 cm, grupo a).

3.1.2. Cobertura media individual

En cuanto al factor área de copa (F: 31.12, α:0.00), la mayoría de las especies se hallan dentro del mismo grupo, excepto *Rosmarinus officinalis* (grupo b) y *Rhamnus lycioides* (grupo c) con valores de área de copa bastaste superiores. El valor medio global de área es de 0.20 m^2.

Las especies con mayor área de copa resultan ser el *Rosmarinus officinalis y el Ramnus lycioides*, pero debido a su escasa frecuencia, su contribución a la cobertura vegetal es escasa. En cambio el mayor aporte a la cubierta lo produce Stipa tenacissima, tanto por su razonable área de copa, como por su elevada frecuencia (figura 4).

Figura 4: Cobertura media individual (m^2).



**a,b,c,d,e: las especies que comparten la misma letra, pertencen al mismo grupo homogéneo de área (cobertura) media de copa.

3.1.3. Cobertura por transecto mediante el método clásico

En esta tabla 2 se ofrecen los resultados de cobertura para los 6 transectos en que se ha calculado ésta mediante las dos metodologías (clásica y ER Mapper). Se observa como en ocasiones, este método clásico ofrece una cobertura incluso superior al 100 %, debido a que tiene en cuenta los solapes.

Tabla 2: Cobertura media por transecto.

Nº transecto	Cobertura mediante Point Center Quarter (%)	Cobertura mediante ER MAPPER.
1	42 %	35 %
2	40 %	33 %
3	102 %	70 %
4	73 %	63 %
5	36 %	36 %
6	55 %	57 %
MEDIA	58 %	49 %

3.2. Cobertura mediante ER MAPPER

La cobertura aportada por el software ER Mapper es inferior en la mayor parte de los casos a la ofrecida por el método clásico. El análisis digital de imágenes es una tecnología muy precisa, por lo que los resultados obtenidos se pueden considerar como bastante cercanos a la realidad.

3.3. Coeficientes de corrección de la cobertura del método clásico "K"

De la comparación de la cobertura aportada por ambos métodos se ha obtenido la constante de corrección del método clásico (k), siendo el valor de esta de 0,84. Este valor se aplica a la cobertura del método clásico cuando no se ha corregido aún la densidad, es decir, para la cobertura resultante de una densidad calculada para $\beta=1$.

Conclusiones

Del análisis de resultados de densidad aportados por los dos métodos utilizados en este estudio, se desprende que el coeficiente β que se debe emplear en el método clásico (Point Center Quarter) para el calculo de la densidad en comunidades de Stipa tenacissima, tiene un valor medio (ponderado con la frecuencia media de cada especie de esa comunidad) de 2,5.

En cuanto a la estimación de la cobertura global, se aprecia que el método clásico sobreestima los resultados, los cuales se pueden corregir aplicando el coeficiente de corrección (K) con valor 0,84 (habiendo calculado esta cobertura previamente con $\beta=1$).

Bibliografía

COTTAN, G. & CURTIS, J.T.,1949. A method for making survey of woodlands by selected trees. *Ecology* **30**:101-104.

COTTAN, G. & CURTIS, J.T., 1956. The use of distance measures in phyto sociological sampling. *Ecology* **37**: 451-460.

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE STRUCTURE OF NATURAL PASTURES OF *Stipa tenacissima* IN THE PENINSULAR SOUTHEAST

SUMMARY

This work is intented to provide some info about the vegetable cover of the herbaceous community wich is very frecuent on the calcareous fields in the southeast of the Iberian peninsula. We are talking about the esparto fields wich in this area appear in large-sized lands, and generally occupy heliophiles exposition either suntraps or flat areas.

In order to achieve this information, formation about the floral diversity, the morphological parameters of the aerial part, density and the vegetable cover supplied by the esparto has been obtained.

Key words: semiarid, vegetable cover, grazing.

VARIACIÓN DEMOGRÁFICA Y ESTRUCTURAL DE *Erica scoparia (L.)* EN PASTOS HERBÁCEOS DEL PARQUE NATURAL DEL MONTSENY

Z.G. López Tecpoyotl[1], J. Bartolomé[2] y J. Plaixats[2]

[1] Colegio de Postgraduados-Campus Puebla. Apdo. Postal 2-12 Col. La Libertad. 72130 Puebla, Puebla. México. [2] Unitat d' Agricultura, Facultat de Veterinaria, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra. Barcelona.

Resumen

En este trabajo, se presentan los resultados del primer año, del estudio del proceso de invasión por *E. scoparia* en pastos herbáceos del Parque Natural del Montseny obtenidos en el verano del 2002, a partir de la caracterización inicial realizada en el verano del 2001.

Se ha observado la variación demográfica y los cambios estructurales en una población inicial de 2171 individuos jóvenes de *E. scoparia* hasta cuatro años distribuidos en 36 transectos formados por cuatro parcelas contiguas de un metro cuadrado, situadas de uno a cuatro metros del límite del brezal.

Los resultados mostraron variaciones en el número de individuos a medida que se van estableciendo más lejos del brezal. La altura de la planta, el diámetro de copa mayor y menor, el diámetro del tallo más grueso y el número de tallos, aumentaron durante este período, mientras que el número de tallos muertos y de tallos dañados disminuyó.

Se concluye que durante la colonización de pastos, los nuevos individuos tienden a establecerse en las inmediaciones del brezal pero su supervivencia es mayor en las parcelas mas alejadas con menor densidad inicial de individuos. Además, se incrementan las dimensiones estructurales y disminuye el número de tallos muertos y dañados.

Palabras clave: brezo de escobas, invasión, matorral.

Introducción

La invasión de especies arbustivas en áreas de pastoreo, representa un problema para la ganadería a causa de la disminución en la disponibilidad de la vegetación herbácea (Fernandez *et al.*, 1996) y de la superficie disponible para el pastoreo del ganado.

El establecimiento y crecimiento de árboles y arbustos que invaden espacios abiertos, se ve afectado por la disponibilidad de agua (Lefi y Medrano, 2002), la época del año (Fogarty y Facelli, 1999; Milton *et al.*, 1997), las condiciones edáficas (Hacker y Bertness, 1995) y climáticas (Bauer *et al.*, 2002; Polley *et al.*, 1996), la presión de pastoreo (Martínez, 1998) y principalmente la competencia y la edad (Vayreda *et al.*, 1994).

En el Parque Natural del Montseny (Cataluña), se ha detectado un proceso de invasión de pastos por individuos jóvenes de *E. scoparia* procedentes de brezales colindantes. Al inicio del estudio de

este proceso, se realizó la caracterización de la población invasora en términos de estructura, densidad y distribución. Los resultados encontrados mostraron que la distancia a partir de los brezales influye sobre la densidad de individuos y esta a su vez se relaciona con su estructura (López *et al.*, 2002).

El objetivo de este trabajo ha sido, determinar la tendencia demográfica (reclutamiento anual, mortalidad y variación) y los cambios estructurales de la población invasora a partir de un segundo año de muestreo de la población inicial con la finalidad de facilitar instrumentos para la gestión de este proceso.

Material y métodos

Este trabajo se ha realizado en el altiplano del Pla de la Calma del Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny, a una altitud de 1200 mnm con clima atlántico.

Para el estudio demográfico, se han empleado 36 transectos perpendiculares al límite del brezal, formados por cuatro parcelas contiguas de un metro cuadrado cada una, siendo la número uno la más inmediata al brezal y la número cuatro la más alejada hacia el pasto. En total, las 144 parcelas contenían al inicio del estudio 2171 individuos jovenes (0 - 4 años) de *E. scoparia.*

Se han obtenido los valores de natalidad (n), mortalidad (m) y el aumento en el número de individuos a diferentes distancias del brezal, durante un período de un año. De acuerdo con Margalef (1989), también se han obtenido la tasa instantánea de natalidad (r), la tasa instantánea de mortalidad (m), definidas como el aumento o la disminución de individuos en un periodo determinado y por diferencia entre las dos (r-m) se ha obtenido la tasa neta de variación. La tasa de natalidad y de mortalidad se calcularon utilizando la fórmula: **r** o **m** = (1/N) (dN/dt) donde *N* y *dN* son el número de individuos al inicio y al final del periodo de estudio (dt).

Las variables consideradas para cada individuo han sido las siguientes: altura de la planta, diámetro del tallo más grueso, diámetro mayor y diámetro menor de copa, número total de tallos, número de tallos dañados y número de tallos muertos.

El análisis estadístico de las variables, se realizó sometiendo los resultados a análisis de varianza, utilizando el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS (1989). Las comparaciones entre medias, se realizaron utilizando el test de Duncan ($P < 0,05$).

Resultados y discusión

Durante el primer año de seguimiento, la población de *E. scoparia* ha pasado de 2171 a 2314 individuos, habiendo desaparecido (considerados como muertos) 39 individuos y han aparecido 182 de nuevos.

Los resultados de la variación demográfica se encuentran en la Tabla 1. Se puede observar que por parcelas, los 182 nuevos individuos se distribuyen de forma decreciente ($p<0,05$) a medida que nos alejamos del brezal. Así, la parcela numero uno contiene el valor mas alto y la número cuatro el valor mas bajo.

La mortalidad de individuos ha sido baja con un valor total de 38 individuos (1,8 %) y por parcelas se observa que disminuye de manera significativa ($p<0,05$) con la distancia al brezal. La mayor densidad de individuos y por lo tanto mayor competencia en las inmediaciones del brezal puede ser la causa por la que la proporción de individuos muertos muestre valores mayores.

La variación de la población ha sido del 6,59 %. Aun cuando el número de individuos va disminuyendo con la distancia al brezal, el incremento, porcentual en función del número de individuos iniciales se mantiene similar en las tres primeras parcelas (Tabla 1). Solo la parcela cuatro muestra un ligero aumento aunque no sea estadísticamente significativo.

Tabla 1: Variación demográfica de individuos jóvenes de *E. scoparia* durante el primer año de estudio en el Pla de la Calma del Parque Natural del Montseny (2001-2002).

	Distancia desde el brezal (m)			
	1	2	3	4
Número de individuos/m^2 al inicio del estudio	22,33 ± 18,581^a	19,72 ± 15,928^a	10,64 ± 8,73^b	7,61 ± 8,188^b
Reclutamiento (número de individuos nuevos/m^2)	1,81 ± 2,595^a	1,47 ± 2,034^{ab}	0,94 ± 1,376^{ab}	0,83 ± 1,464^b
Número de individuos muertos/m^2	0,53 ± 0,609^a	0,39 ± 0,688^a	0,14 ± 0,351^b	0,03 ± 0,167^b
Variación en el número de individuos/m^2	1,28 ± 2,690	1,08 ± 1,779	0,81 ± 1,527	0,80 ± 1,489
Aumento en el número de individuos expresado en %	8,11	8,01	7,33	10,91

Los valores son medias de 36 parcelas ± SD. a, b: dentro de cada fila los valores con distinto superíndices son estadísticamente diferentes (P<0,05).

Los datos obtenidos, reflejan que la población presentó una tasa instantánea de natalidad de 1,08, una tasa instantánea de mortalidad de 0,02 y en consecuencia una tasa neta de variación de la población de 1,06.

Los resultados de la variación estructural se encuentran en la Tabla 2. Se puede observar que hay un incremento significativo (p<0,05) de los valores en todas las variables estructurales excepto en el número de tallos dañados y muertos que disminuyen (p<0,05).

Tabla 2: Variación estructural en individuos jóvenes de *E. scoparia* durante el primer año de estudio en el Pla de la Calma del Parque Natural del Montseny.

	2001	2002
	(n=2171)	(n=2132)
Diámetro de tallo más grueso (mm)	1,25 ± 0,454^b	1,51 ± 0,560^a
Diámetro mayor copa (cm)	7,68 ± 3,237^b	10,21 ± 4,818^a
Diámetro menor de copa (cm)	5,72 ± 2,727^b	7,81 ± 3,430^a
Altura de los arbustos (cm)	9,64 ± 3,304^b	11,91 ± 3,679^a
Número de tallos por individuo	9,40 ± 4,859^b	16,40 ± 7,236^a
Número de tallos muertos por individuo	0,24 ± 0,590^a	0,18 ± 0,558^b
Número de tallos dañados por individuo	2,08 ± 2,626^a	0,42 ± 1,236^b

Los valores son medias ± SD. a, b: dentro de cada fila los valores con distinto superíndices son estadísticamente diferentes (P<0,05).

El diámetro del tallo más grueso muestra un aumento de 0,26 mm lo que representa un incremento del 20 % con relación al año anterior. Los diámetros mayor y menor de copa tuvieron incrementos significativos con valores muy similares (32,9 % y 36,54 % respectivamente). La altura muestra un incremento con relación al año anterior de un 24,15 %.

El número de tallos por arbusto fue el que tuvo un incremento mayor de un 74,47 % con relación a la evaluación anterior, mientras que el número de tallos muertos y de tallos dañados disminuyó de manera significativa (p<0,05).

Conclusiones

Durante el proceso de colonización de los pastos herbáceos del Montseny, se establece un mayor número de nuevos individuos en las inmediaciones del brezal, sin embargo, la supervivencia después del primer año de implantación es mayor en las parcelas más alejadas y con una menor densidad de individuos.

De acuerdo a los resultados obtenidos después de un año de seguimiento, se puede concluir que los individuos jóvenes de *E. scoparia* establecidos sobre pastos experimentan grandes variaciones en sus dimensiones estructurales. El grosor del tallo, la altura y los diámetros de copa aumentan en un 20-37 % y el número de tallos casi se duplica. Además, se detecta una disminución del número de tallos muertos y dañados.

Agradecimientos

Al Programa SUPERA-ANUIES de México por el financiamiento de una beca doctoral. Al personal del P.N. del Montseny. Al CREAF por ceder la Estación biológica "El Vilar de la Castanya" durante el periodo de muestreo. A Adriana por su ayuda en el trabajo de campo. A Daniel, el pastor de la finca de la Cortada por compartir sus conocimientos.

Referencias bibliográficas

BAUER, K.M.; BERLOW, E.L.; D'ANTONIO, C.M., 2002. The relationship between climate and Rothrock sagebrush colonization patterns. *Journal of Range Management*, **55(6)**, 620-625.

FERNANDEZ, S.B.; GÓMEZ, G.J.M.; GRANDE, M.G.; TÁRREGA, G.R. 1996. Efectos del matorral sobre las herbáceas en la Comarca de Sanabria. *Actas de la XXVI Reunión Científica de la S.E.E.P.* La Rioja, 107-111.

FOGARTY, G.; FACELLI, J.M., 1999. Growth and competition of Cytisus scoparius, an invasive shrub, and Australian native shrubs. *Plant Ecology*, **144**, 27-35.

HACKER, S,D.; BERTNESS, M.D., 1995. Morphological and physiological consequences of a positive plant interaction. *Ecology*, **76(7)**, 2165-2175.

LEFI, E.; MEDRANO, H., 2002. Crecimiento inicial de *Medicago arborea* L. *y Medicago citrina* (Font Quer) Greuter: Respuesta al déficit hídrico en el suelo y capacidad de recuperación. *Actas de la LII Reunión Científica de la S.E.E.P.* Producción de pastos, forrajes y céspedes. Lleida, 73-78.

LOPEZ, T. Z.G.; PLAIXATS, B. J.; BARTOLOMÉ, F. J., 2002. Invasión de *Erica scoparia* (*L.*) en pastos herbáceos del Parque Natural del Montseny. *Actas de la LII Reunión Científica de la S.E.E.P.* Producción de pastos, forrajes y céspedes. Lleida, 651-656.

MARGALEF, R., 1989. *Ecología*. Editorial Omega, S.A. 951 pp. Barcelona (España).

MARTÍNEZ, M.T. 1998. Evaluación de la composición florística y de la biomasa vegetal en la vertiente norte de la Sierra de Gredos. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la S.E.E.P.* Soria. 77-80.

MILTON, S.J.; GOURLAY, I.D.; DEAN, W.R., 1997. Shrub growth and demography in arid Karoo, South Africa: inference from wood rings. *Journal of Arid Environments*, **37**, 487-496.

POLLEY, H.W.; JHONSON, H.B.; MAYEUX, H.S.; TISCHLER, C.R.; BROWN, D.A., 1996. Carbon dioxide enrichment improves growth, water relations and survival of droughted honey mezquite (*Prosopis glandulosa*) seedlings. *Tree Physiology*, **16**, 817-823.

SAS, 1989. SAS User's Guide: Statistic SAS Institute Inc. Cary, NC, (USA).

VAYREDA, J.; BURRIEL, J.A.; RAVENTOS, J.; GRACIA, C., 1994. Variabilidad en el crecimiento de *Pynus sylvestris* en función de su edad y tamaño y de la competencia local. *Studia Oecológica*, **10-11**, 373-384.

DEMOGRAPHIC AND STRUCTURAL VARIATION IN *ERICA SCOPARIA (L.)* IN HERBACEUS GRASSES IN THE MONTSENY NATURAL PARK

SUMMARY

This work shows the results of demographic and structural variation in *Erica scoparia* invasive population on grasslands, in Montseny Natural Park during the first monitoring year (2001-2002). An initial population of 2171 young individuals (0-4 years) were recorded using 36 x 4 consecutive meter square transects.

It was concluded that the new individuals tend to install close to the heathland border (1-2 m). However, survival was major in the far plots (3-4m) with lower initial density. Moreover, structural dimensions increased and death or damaged tillers decreased.

Key words: heath, invasion, shrubland.

EMPLEO DE CUBIERTAS DE TRÉBOL SUBTERRÁNEO EN OLIVAR Y VIÑEDO FRENTE AL LABOREO Y NO LABOREO EN ESTOS AGROSISTEMAS

J. Pastor[1] y A.J. Hernández[2]

[1] CCMA, CSIC, Serrano 115, Madrid 28006. [2] Dto. Interuniversitario de Ecología, Sección de la Universidad de Alcalá. Campus universitario, 28871 Alcalá de Henares.

Resumen

Las cubiertas de *Trifolium subterraneum* L.(una mezcla de los cultivares Nungarín, Daliak y Esperance), en suelos de un olivar y un viñedo de secano, se han adaptado muy bien a los mismos. Esta adaptación es evaluada especialmente por el porcentaje de recubrimiento que han logrado tanto en otoño como en primavera durante cinco años consecutivos. La comparación de resultados en relación con el laboreo y no-laboreo (uso de herbicidas) muestra cómo los tréboles subterráneos mejoran la actividad biológica de los suelos.

Palabras clave: recuperación suelos, nitratos, biomasa microbiana, ureasa, fosfatasa.

Introducción

A lo largo de muchos años hemos venido estudiando diferentes aspectos de la Pascología. Los conocimientos adquiridos en cuanto a la composición florística de los pastos en distintos tipos de suelo, las relaciones eco-edáficas, la ecofisiología de la nutrición mineral y el estudio autoecológico de muchas de las especies herbáceas de estos sistemas, nos ha permitido realizar una aplicación de las mismas a la recuperación de suelos degradados. Este es el caso de olivares y viñedos del centro peninsular en los que las prácticas habituales de la agricultura, han contribuido poderosamente a la pérdida de materia orgánica, a la erosión de la capa superficial edáfica y, en definitiva, a la degradación de los suelos.

Las características de una cubierta viva ideal para proteger los suelos de olivares y viñedos en ambiente mediterráneo han sido señaladas repetidamente en los últimos años (Saavedra y Pastor, 2002): Porte rastrero con bajo desarrollo en altura, rápido crecimiento, desarrollo radicular superficial, adaptación al régimen de precipitaciones, baja combustibilidad, capacidad de captar/movilizar nutrientes, capacidad de autosembrarse y ser escasamente competitiva con el cultivo leñoso. Las cubiertas con gramíneas han sido más utilizadas que las de leguminosas a juzgar por los trabajos aparecidos en Manual de Agricultura y Ganadería Ecológica (Alcazar, 2002; Pajarón, 2002).

Nuestro trabajo pretende estudiar el empleo de *Trifolium subterraneum* L. del que conocemos bien su ecología (Pastor *et al.*, 1980; Martín y Pastor, 1984), con el fin de seguir desarrollando bases científicas para la orientación de la Agricultura hacia sistemas de producción menos intensivos y más respetuosos con el medio ambiente. La elección de esta leguminosa responde también a que de dicha especie existen semillas comerciales de cultivares con diferente duración del

ciclo biológico. En el trabajo se evaluará la implantación y supervivencia de la especie así como la fertilidad que los suelos experimentan después de muchos años de haber estado sometidos a manejos no sostenibles. Se compararán los resultados de estas cubiertas con los obtenidos en el manejo habitual en la zona (laboreo) y con el no laboreo (utilización de herbicidas). Por otra parte, pretendemos también conocer en qué medida las especies arvenses existentes en el banco de semillas pueden coexistir con el trébol sembrado y permiten acercarse así a una comunidad de pasto con posibilidad de ser aprovechada por ovino, en el caso del olivar.

Material y métodos

El trabajo se ha llevado a cabo en un olivar de 7,5 ha y en un viñedo de 4 ha localizados en la Finca experimental de "La Higueruela" (Sta. Olalla, Toledo), situada en un territorio de carácter semiárido, con lluvias irregulares y, en muchos casos torrenciales, favoreciendo durante siglos los fenómenos de escorrentía y pérdida de suelo, por lo que se ha ensayado la cubierta del mismo con trébol subterráneo con vistas a paliar la erosión. Para ello se dispusieron parcelas de 96 x 12 m en el olivar y de 51 x 9 m en el viñedo, con el ensayo del trébol, además de los tratamientos de la agricultura habituales en la zona (laboreo y no-laboreo utilizando herbicida). Los tratamientos, han tenido un diseño de parcelas al azar con tres replicaciones cada uno. Se han elegido los cultivares "Nungarín", "Daliak" y "Esperance" para el ensayo. Son cultivares de carácter temprano y medio de *Trifolium subterraneum* que, a pesar de que esta especie tiene un ciclo fenológico en principio adecuado a las necesidades hídricas de ambos cultivos, olivo y vid, se necesita cuidar lo más posible el que no haya competencia por el agua entre la especie herbácea y los cultivos leñosos aludidos. Una mezcla de los cultivares citados fue sembrada en otoño a razón de 15 kg./ha. Todas las semillas se sembraron previamente inoculadas con *Rhizobium trifolii*. Los tréboles se han ido autosembrando en los cinco años sucesivos del experimento, que ha tenido una duración de seis años desde el comienzo del estudio del suelo de partida (Hernández *et al.* , 1997). Las cubiertas vegetales se segaban en primavera, a pocos centímetros de la superficie del suelo, para minimizar la competencia con los cultivos, dejando la planta sobre el mismo. En el ensayo de no-laboreo se han empleado los herbicidas glifosato y simazina.

Se ha llevado a cabo la realización de inventarios de la vegetación arvense que crecía en las parcelas de tréboles en cada primavera, así como las medidas de la cobertura vegetal (%) según Godron *et al.* (1968) en el otoño, además de en primavera. La implantación de tréboles subterráneos ha sido evaluada en 15 ejemplares mediante los siguientes parámetros: envergadura de la planta (longitud de los ejemplares en el estado fenológico de flor-fruto, medida en dos direcciones), el desarrollo de la zona central (igualmente medida en dos direcciones). Tomada ésta como índice de buena fijación de los individuos al suelo de la parcela, el nº de frutos maduros y el peso seco medio de los ejemplares. Éstos se tomaron al azar en las diferentes parcelas. Los análisis químicos del suelo se han realizado según Hernández y Pastor (1989). La actividad biológica del suelo se ha estimado mediante los índices de biomasa microbiana valorada mediante el contenido de ATP (Pastor *et al.*, 2000) así como los contenidos de los enzimas ureasa y fosfatasa (García *et al.*, 2000). Los análisis estadísticos efectuados fueron análisis de la varianza con la aplicación del test posthoc DMS, para lo que se empleó el paquete estadístico SPSS v.11.

Resultados y discusión

Implantación del *T. subterraneum* y permanencia en las parcelas

Los parámetros evaluados con relación a los ejemplares que se muestran en la Tabla 1.

En ella podemos ver que, aunque no existen diferencias significativas, el tamaño de los ejemplares y el peso es algo más elevado en el olivar, por el efecto beneficioso del sombreado y un ambiente más fresco por la proximidad a un arroyo. En cambio el número de frutos es mayor en el viñedo, de ambiente mas xérico y soleado.

Tabla 1: Medidas de los ejemplares de *T. subterraneum* en la primavera, después de la siembra en otoño.

Parámetros planta	Viñedo	Olivar	Parámetros planta	Viñedo	Olivar
Long. ejempl. (cm)	41,3±7,6	45,3±10,6	Long. zona central (cm)	5,3±0,6	5,7±0,6
Peso seco ej. (g)	1,25±0,11	1,65±0,21	Nº frutos / ej. Nº frutos maduros / ej.	38,7±10,6 17,6±6,3	36,8±11,2 15,8±7,1

Tabla 2: Cobertura media (%) de trébol subterráneo en las primaveras que siguieron a la siembra en el olivar.

	1º año	2º año	3º año	4º año	5º año
Trébol subterráneo	17,0±1,4	36,0±8,5	18,3±1,4	52,5±3,5	35,5±3,5
Vegetación arvense	41,1±4,2	35,3±1,5	75,0±2,8	43,3±4,5	60,3±1,5

Además del recubrimiento medio por parcela que alcanzaron los tréboles, la permanencia de la especie en años sucesivos, se pone de manifiesto mediante la observación del recubrimiento alcanzado en los ensayos (Tablas 2 y 4). En ellas puede verse el incremento de la presencia del trébol en el suelo de ambos cultivos y su persistencia con altibajos, muy condicionada por la cantidad y distribución de la lluvia en otoño e inicio de la primavera. La siega efectuada favorece el que, dentro de la vegetación arvense, acompañen al trébol algunas leguminosas de porte rastrero, como son *Ornithopus compressus* L., *Biserrula pelecinus* L. y, en menor grado *Trifolium hirtum* All., especialmente en el viñedo (Tabla 3).

Tabla 3: Especies y recubrimiento (%) que acompañan al trébol subterráneo en la 4ª primavera.

ESPECIES	VIÑEDO	OLIVAR	ESPECIES	VIÑEDO	OLIVAR
Avena barbata	0,2	-	Anacyclus clavatus	2	4
Bromus diandrus	0,5	4	Anagallis arvensis	0,2	0,2
Bromus hordaceus	0,2	-	Andryala integrifolia	1	0,2
Bromus rubens	0,2	0,2	Cerastium glomeratum	0,2	-
Bromus tectorum	1,2	1,2	Chondrilla juncea	0,2	-
Corynephorus fasciculatus	-	0,2	Cnicus benedictus	0,5	-
Cynodon dactylon	2	-	Crepis vesicaria	-	2
Eragrostis minor	-	0,2	Diplotaxis catholica	0,7	20
Hordeum murinum	4	4	Echium plantagineum	-	1
Lolium rigidum	0,5	-	Erodium cicutarium	0,2	-
Taeniatherum caput-medusae	0,3	-	Geranium molle	-	2
Vulpia bromoides	-	0,2	Hirschfeldia incana	-	0,3
Vulpia myurus	0,7	-	Lactuca serriola	0,5	-
Biserrula pelecinus	-	10	Leonthodon taraxacoides	9	-
Lathyrus angulatus	-	0,2	Linaria spartea	0,5	2
Lupinus angustifolium	0,3	2	Logfia gallica	0,3	-
Ornithopus compressus	0,5	20	Myosotis arvensis	0,5	-
Trifolium arvense	0,3	4	Rumex angiocarpus	2,5	-
Trifolium glomeratum	-	2	Rumex bucephalophorus	-	-
Trifolium hirtum	0,5	5,5	Senecio gallicus	-	0,2
Tolpis barbata	0,5	-	Senecio jacobea	0,3	-
Spergularia rubra	1,2	3	Senecio vulgaris	0,2	-
Spergula arvensis	0,2	6	Silene colorata	0,5	1

Tabla 4: Porcentajes medios de cobertura de *T. subterraneum* en las otoñadas que siguieron a la siembra en el viñedo.

Tratamientos	1ª otoñada	2ª otoñada	3ª otoñada	4ª otoñada
Trébol subterráneo	23,9 ±5,1	79,8±10,2	25,8±13,5	45,4±9,9
Vegetación arvense	34,8±4,8	11,1±4,3	69,2±12,7	47,3±6,2
Suelo desnudo	41,3±3,2	9,1±4,9	5,0±2,0	7,3±2,7

Especies arvenses que acompañan al trébol subterráneo

En la Tabla 3 se muestran las especies que acompañan al trébol en la primavera después de cuatro años autosembrándose. Un total de 34 especies en el viñedo y de 29 en el olivar, con unos recubrimientos muy similares. Si bien la biodiversidad alcanzada puede permitirnos hablar de una comunidad de pasto, la cobertura de las especies es muy desigual.

Evaluación de los nitratos a distintas profundidades del suelo

El análisis de la varianza de los contenidos en nitratos, permitió ver que en la zona más superficial del suelo (0-30 cm), aunque el contenido de nitratos es en ambos cultivos, mayor en las cubiertas de trébol que en las parcelas de laboreo (Tabla 5), las diferencias no son significativas. En las zonas más profundas las cantidades de nitratos son significativamente menores en las cubiertas de trébol, indicando una menor lixiviación de los mismos.

Tabla 5: Contenidos de nitratos de los suelos de olivar y viñedo en Diciembre del 4º año.

Cubierta	0-30 cm.	30-60 cm.	60-90 cm.	Suma
Viñedo				
T. subterraneum	2,80 ± 1,63a	1,57 ± 0,99a	1,53 ± 0,36a	5,89 ± 2,92a
Laboreo	2,06 ± 0,44a	1,65 ± 0,51a	1,90 ± 1,66a	5,60 ± 2,53a
No-laboreo	3,09 ± 1,14a	2,88 ± 1,32a	1,90 ± 1,03a	7,86 ± 3,47a
Olivar				
T. subterraneum	1,87 ± 1,23a	0,77 ± 0,38a	0,93 ± 0,32ac	3,57 ± 1,78a
Laboreo	1,30 ± 0,10a	1,57 ± 0,47b	3,33 ± 1,06b	6,20 ± 3,31a
No-laboreo	1,00 ± 0,75a	1,30 ± 0,30b	1,40 ± 0,26c	3,70 ± 0,62a

Letras diferentes en una columna se corresponden con diferencias significativas a nivel del 95%

Estudio de la actividad enzimática del suelo

La calidad/fertilidad natural de un suelo depende en gran medida de su contenido en materia orgánica, por lo que en suelos empobrecidos en ella, como es el caso de los correspondientes a este trabajo (Hernández *et al.* 2002 a y b), se trata habitualmente de incrementarla a base de fertilizantes químicos.

Tabla 6: Biomasa microbiana (μ g/g) del suelo al finalizar el 3º año.

	TRATAMIENTOS		
	Trébol	Laboreo	No-laboreo
Viñedo	235 ± 121 a	147 ± 38 a	159 ± 0 a
Olivar	146 ± 6 a	105 ± 59 ab	49 ± 7 b

Letras diferentes en una fila se corresponden con diferencias.Significativas a nivel del 95%

La alternativa de utilizar una cubierta de tréboles subterráneos como abono verde, puede permitir aumentar el contenido de la misma, a juzgar por la tendencia que muestran la biomasa microbiana del suelo (Tabla 6) y las actividades enzimáticas (Tabla 7), evaluadas mediante el análisis de la varianza.

Lógicamente las actividades enzimáticas tienden a aumentar con el incremento de la M.O. (Lobo *et al.*, 2000) y se conoce también que esta actividad enzimática del suelo, es la responsable de la formación de moléculas orgánicas estables que contribuyen a la estabilidad del sistema suelo e intervienen en los ciclos de elementos tan importantes en el mismo como el N (ureasa) y P (fosfatasa), según señalan Canet *et al.*, (2000).

Tabla 7: Actividad biológica del suelo del olivar en el 5º año del experimento.

	otoño			primavera		
	Trébol	Laboreo	No-laboreo	Trébol	Laboreo	No-laboreo
Mineralización de la M.O. mmg MO/g/15d	148 ± 12a	133 ± 19a	57 ± 2b	312 ± 55a	131 ± 27b	160 ± 22b
Ureasa mmg N-NH4 /g/h	16,7 ± 28a	9,9 ± 1,3b	2,7 ± 1c	36,3 ± 4,6a	11,3 ±2,9b	15,3 ± 4,7b
Fosfatasa mmg fenol/g/h	4,6 ± 0,9a	2,6 ± 0,4b	0,6 ± 0,1c	10,2 ± 1,6a	10,2 ± 1,6a	9,5 ± 2,1a

Letras diferentes en una fila se corresponden con diferencias significativas a nivel del 95%.

En la Tabla 8, se pueden ver los valores de C, N total y razón C/N en el olivar, al final de la experimentación, y puede observarse mediante el análisis de la varianza, que la diferencia del contenido de Carbono entre la cubierta de trébol y el laboreo ya resulta significativa.

Tabla 8: C, N y razón C/N del suelo del olivar en los diferentes tratamientos al fín de la experimentación.

	Trébol	Laboreo	No-laboreo
C	0,34±0,16 a	0,19±0,04 b	0,17±0,04 b
N	0,03±0,017 a	0,02±0,001 ab	0,014±0,002 b
C/N	11,0±4,1 a	9,6±2,3a	12,6±3,9 a

Letras diferentes en una fila se corresponden con diferencias significativas a nivel del 95%

Conclusiones

La implantación y persistencia del trébol subterráneo en los suelos del olivar y viñedo han sido buenas, si bien resulta muy modulada anualmente por el régimen de precipitaciones. Su descenso un año no ha abocado en su desaparición, pues si el siguiente año la cantidad y distribución de lluvias fue propicia, la especie aumenta su presencia. Al trébol le acompañan en el olivar otras leguminosas que potencian su acción beneficiosa sobre el suelo. El contenido en nitratos en la cubierta de trébol es mayor en la zona superficial que en el suelo labrado, y es menor, en cambio, en profundidad.

La biomasa microbiana es mayor en las cubiertas de trébol, en ambos cultivos, que en los otros tratamientos. Los contenidos de ureasa y fosfatasa son también más elevados en las cubiertas de trébol, tanto en otoño como en primavera. Finalmente, el contenido de C en la cubierta de trébol en el suelo del olivar, fue significativamente más elevado que en el laboreo convencional, al terminar el experimento.

Agradecimientos

A la Comunidad de Castilla la Mancha por la financiación del proyecto "Estudio de estrategias de manejo de cubiertas vegetales estables en olivar y viñedo".

Referencias bibliográficas

ALCÁZAR, F., 2002. Viticultura Ecológica. En: *Manual de Agricultura y Ganadería Ecológica*, 143-146. Ed. J. LABRADOR; J.L. PORCUNA; A. BELLO, Eumedia Mundiprensa, Madrid, España.

CANET, R.; ALBIACH, R.; POMARES, F., 2000. Los índices de actividad biológica como herramientas de diagnóstico de la fertilidad del suelo en Agricultura ecológica. En: *Investigación y Perspectiva de la Enzimología de Suelos en España,* 11-23. Ed. C. GARCIA; Mª. T. HERNANDEZ; CEBAS, CSIC, Murcia.

GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, T.; PASCUAL, J.A.; MORENO,J.L.; ROS, M., 2000. Actividad microbiana en suelos del sureste español sometidos a procesos de degradación y desertificación. Estrategias para su rehabilitación. En: *Investigación y Perspectiva de la Enzimología de Suelos en España*, 43-92. Ed. GARCIA, C.; HERNANDEZ, Mª. T. CEBAS, CSIC, Murcia.

GODRON,M.; DAGET,PH.; EMBERGER,L.; LE FLOCH,,E.; LONG,G.; POISSONET, J. SAUVAGE,CH.; WACQUANT,J.P., 1968. *Code pour le relevé méthodique de la vegetation et du milieu.* CNRS, París 292 pp.

HERNANDEZ, A.J.; ESTALRICH, E.; MINGUEZ, A.; PASTOR, J., 1997. Incidencia de las cubiertas herbáceas en la conservación de suelos y en la humedad edáfica de los agrosistemas semiáridos. ***Edafología***, 2: 153-159.

HERNÁNDEZ, A.J.; LACASTA, C.; PASTOR, J., 2002a. Assesment of integrated soil conservation and improvement treatments for olive and vine crops in semiarid environmernts. *Man and Soil at Third Millennium*, 2141-2154. Eds. J .L.RUBIO; R.P.C. MORGAN; S. ASINS; V. ANDREU. Geoforma ediciones, Logroño.

HERNÁNDEZ, A. J.; PASTOR, J., 1989. Técnicas analíticas para el estudio de las interacciones suelo-planta. *Henares, Revista de Geología*, 3: 67-102.

HERNÁNDEZ, A.J.; PRIETO, N.; PASTOR, J., 2002b. Effects of leguminous plant covers on soil fertility and olive production in an olive plantation of continental climate. En: *Proceedings VII Congress of the European Society for Agronomy*, 497-498. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla.

LOBO, Mª C. ; SASTRE, I.; VICENTE, M.A., 2000. Los enzimas como medida del impacto ambiental en los suelos. En: *Investigación y Perspectiva de la Enzimología de Suelos en España*, 297-352. Ed. GARCIA, C.; HERNANDEZ, Mª. T. CEBAS, CSIC, Murcia.

MARTIN, A.; PASTOR, J., 1984. Estudio ecológico de los tréboles subterráneos en los pastos de la Provincia de Toledo. En: *Estudio Agrobiológico de la provincia de Toledo*, 276-322. Inst. de Investigaciones y Estudios Toledanos, Serie Ciencia y Técnica. Toledo.

PAJARÓN, M., 2002. Olivar ecológico. En: *Manual de Agricultura y Ganadería Ecologica.* 113-141. Ed. , J. LABRADOR; J.L. PORCUNA; A. BELLO. Eumedia Mundiprensa, Madrid.

PASTOR, J.; OLIVER, S.; MARTIN, A., 1980. Comportamiento diferencial de *Trifolium subterraneum* L., *T. brachycalycinum* Katzn.et Morley y *T. yanninicum* Katzn. et Morley, respecto a los factores ecológicos en sus comunidades del occidente de España. *Pastos*, 10: 44-57.

PASTOR, J.; LACASTA, C.; HERNÁNDEZ, A.J., 2000.- Evaluación de las cubiertas vegetales en el olivar de una zona del centro de España. *Edafología*, 7: 165-175.

SAAVEDRA, Mª M.; PASTOR, M., 2002. *Sistemas de cultivo en olivar. Manejo de malas hierbas* y *herbicidas.* Editorial Agrícola española, S.A.

IMPROVED SOIL MANAGEMENT OF OLIVE AND VINE AGROSYSTEMS USING SUBCLOVER VERSUS TILLAGE OR NON-TILLAGE

SUMMARY

Trifolium subterraneum L. (a mixture of the cultivars Nungarín, Daliak and Esperance) covers were found to adapt well to the arid soils of an olive plantation and a vineyard in central Spain. This adaptation was particularly well reflected by the percentage cover achieved in the autumn and spring of five consecutive years. Compared to management by tillage or non-tillage (use of herbicides), the use of subclover was noted to improve the biological activity of the soil.

Key words: soil recovery, nitrates, microbial biomass, urease, phosphatase.

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DETERMINANTES EN EL VALOR PASTORAL Y ESTRUCTURA DE LOS PASTOS DEL PARQUE NATURAL DE GORBEIA (BIZKAIA)

I. Amegaza, I. Albizu, I. Duro y S. Mendarte

NEIKER, A.B., Berreaga, 1. 48160 Derio, Bizkaia. E-mail: ialbizu@neiker.net

Resumen

El objetivo de este estudio ha sido evaluar el efecto de la litología, orientación y pendiente en la estructura vegetal y valor pastoral (VP) de los pastos de montaña en el Parque Natural de Gorbeia (PN). Los pastos de suelo silíceo tenían un VP menor que los de suelo calizo debido a la mayor cobertura de *Agrostis curtisii*, *Brachypodium pinnatum* y la menor de *Agrostis capillaris*, *Festuca gr. rubra* y *Trifolium repens*. Así, las zonas sin pendiente fueron las que mayor VP tuvieron seguidas de las de orientación Sur y Norte. La cobertura de *A. curtisii*, *Carex caryophillea* y densidad de arbustos aumentaba con la pendiente y la de especies como *Festuca gr. rubra*, *Galium saxatille* y *Luzula campestris* se vio disminuida no detectándose un efecto de la orientación. Sin embargo, en los suelos calcáreos la pendiente no tuvo un efecto significativo en la cobertura de las especies, a pesar de que el VP disminuyó con la misma. La orientación afectó solamente a la cobertura de *T. repens* siendo máxima en la orientación Sur.

Palabras clave: litología, pendiente, orientación

Introducción

Los pastos están caracterizados por diferentes factores ecológicos y su gran complejidad es consecuencia de múltiples interacciones que se dan entre los diversos elementos, tanto bióticos como abióticos. Los componentes bióticos interactúan con los componentes abióticos del medio ambiente. El suelo (nutrientes, drenaje), el clima (radiación solar, temperaturas, precipitaciones) y la fisiografía determinan en gran medida la composición botánica de las comunidades vegetales, y dependiendo de ello cambiará el factor antrópico (siembra, fertilización y enmiendas, manejo de pastoreo, cuidados, quemas, etc.) (Snaydon, 1981; Briggs y Courtney, 1985). La fauna (compuesta tanto por los herbívoros domésticos como silvestres), es otro elemento importante de los pastos de montaña que participa directamente o indirectamente en la determinación de su composición florística.

Los pastos de montaña han sido utilizados desde tiempos remotos para el desarrollo de diferentes actividades. En concreto, el Macizo del Gorbeia (objeto de este estudio) es una zona donde hay constancia de la presencia humana desde la prehistoria y el aprovechamiento por medio del pastoreo es muy antiguo (Barandiaran y Manterola 2000).

Los pastos del Macizo del Gorbeia son utilizados a diente por el ganado, en su mayoría, ovino y, en menor número, vacuno, equino y caprino, en este orden. Se han utilizado tradicionalmente como pastos de primavera-verano y otoño.

El objetivo de este estudio ha sido el evaluar el efecto de la litología, orientación y pendiente sobre la estructura vegetal y valor pastoral de los pastos de montaña del Parque Natural de Gorbeia.

Material y métodos

El Parque Natural del Gorbeia, ubicado prácticamente en el centro de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV), se reparte entre los territorios históricos de Bizkaia (7970 ha-47, 83 %) y Álava (13100 ha-62,17 %), abarcando en total una superficie de 21070 ha. El Macizo del Gorbeia pertenece a la divisoria de aguas cantábrico-mediterránea, dividiendo al Parque en una zona de clima cantábrico oriental con influencias oceánicas (Bizkaia), y otra de clima mediterráneo continentalizado (Álava). El estudio se centra en los pastos de la parte de Bizkaia, en los Montes de Utilidad Pública (1125 ha), donde la temperatura media anual es de 12,6 ºC y la precipitación media anual es de 1125-1525 mm.

Se muestrearon 48 zonas que se seleccionaron teniendo en cuenta criterios litológicos (silíceo o calizo), de pendiente (<10 %, 10-20 % y >20 %) y orientación (Norte, Sur y Llano) utilizando mapas cartográficos de escala 1:25000.

En julio de 2002 se realizó el muestreo de la vegetación y se determinó la composición florística utilizando el método del lanzamiento al azar de un cuadrado de dimensiones 0,5 x 0,5 m, 12 veces por zona de muestreo. En cada uno de los lanzamientos, dentro de la superficie que comprende el cuadrado, se anotaron las especies presentes y su porcentaje de cobertura referida al 100 % del estrato herbáceo, y superficie de suelo desnudo, roca y materia muerta sobre el total. La valoración de los recursos pascícolas se ha realizado por el método del Valor Pastoral (Daget y Poissonet, 1971).

El efecto de las diferentes variables (litología, orientación y pendiente) solamente se han estudiado en las especies más abundantes: *Agrotis capillaris, Agrostis curtisii, Brachypodium pinnatum, Carex caryophillea, Carex* sp., *Erica vagans, Festuca* gr. *rubra, Galium saxatile, Luzula campestris, Poa annua, Poa pratensis, Trifolium repens, Vaccinium mirtylus*, en la altura de la hierba, en la cobertura de suelo desnudo, materia muerta, roca, y en el Valor Pastoral.

Los tratamientos estadísticos que se han utilizado para analizar los datos han sido el Analisis de la Varianza (ANOVA) y regresión linear. Los análisis *post hoc* se han realizado por el análisis de Fisher´s PLSD. Para ellos se ha utilizado el programa estadístico Statview.

Resultados

Litología: El Valor Pastoral fue significativamente mayor en pastos desarrollados sobre suelo calcáreo que sobre suelo silíceo ($F_{1,46}$=5,09; P=0,0288) (Tabla 1). La cobertura *A. curtisii* ($F_{1,46}$= 18,14; P=0,0001), *B. pinnatum* ($F_{1,46}$=13,78; P=0,0006), *E. vagans* ($F_{1,46}$=51,49; P<0,0001) y *P. pratensis* ($F_{1,46}$=9,94; P=0,0028) fue significativamente mayor en suelos silíceos y la de *A. capillaris* ($F_{1,46}$=10,16; P=0,0026), *F. rubra* gr. *rubra* ($F_{1,46}$=4,15; P=0,0,0473) y *T. repens* ($F_{1,46}$= 7,05; P=0,0087) en suelos calcáreos (Tabla 1).

Debido al efecto significativo de la litología sobre los diferentes aspectos estudiados, en adelante los demás factores (orientación, pendiente) se han estudiado en cada uno de los tipos de suelo por separado.

Orientación en suelos silíceos: La orientación tuvo un efecto significativo sobre la cobertura de *Erica vagans* ($F_{2,11}$=22,684; P=0,0031), *Festuca* gr. *rubra* ($F_{2,11}$=17,4; P=0,0004), *Galium saxatile* ($F_{2,11}$=7,976; P=0,0072), *Luzula campestris* ($F_{2,11}$=19,405; P=0,0002), *Vaccinium mirtylus* ($F_{2,11}$=168,169; P<0,0001), la altura de la hierba ($F_{2,11}$=4,64; P=0,032) y al Valor Pastoral ($F_{2,11}$= 5,63; P=0,0207) (Tabla 2). El Valor Patoral fue significativamente mayor en la zona Llana que en

las orientaciones Norte y Sur, mientras que la altura de la hierba fue significativamente menor en la zona Llana. La especie *E. vagans* no estuvo presente en las zonas Llanas no habiendo diferencias significativas entre las coberturas en las orientaciones Norte y Sur. La cobertura de *F. gr. rubra*, *G. saxatile* y *L. campestris* fue significativamente mayor en las zonas Llanas mientras que la de *V. mirtylus* fue máxima en la orientación Norte.

Tabla 1: Valor Pastoral medio (±Error Estandar, EE) y cobertura media (%) (±EE) de las especies afectadas significativamente por la litología.

	SILICEO	CALCAREO
	X±EE	X±EE
Valor Pastoral	23,90±2,25 (14)	31,94±2,08 (34)
Agrotis capillaris	7,27±2,70 (14)	18,97±2,07 (34)
Agrostis curtisii	24,97±5,00 (14)	5,82±2,03 (34)
Brachypodium pinnatum	1,90±0,80 (14)	0,00±0,00 (34)
Erica vagans	9,46±1,84 (14)	0,39±0,31 (34)
Festuca gr. rubra	16,71±2,69 (14)	24,45±2,16 (34)
Poa pratensis	3,22± 1,50 (14)	0,15±0,13 (34)
Trifolium repens	0,00±0,00 (14)	8,77±2,04 (34)

Cifras entre paréntesis número de muestreos.

Tabla 2: Valor Pastoral medio (±EE), altura media de la hierba (cm) (±EE) y cobertura media (%) (±EE) de las especies afectadas significativamente por la orientación.

	NORTE	LLANO	SUR
	X±EE	X±EE	X±EE
Valor Pastoral	16,407±1,19^{a} (2)	34,34±5,67^{b} (3)	22,09±1,90^{a} (9)
Altura herbácea	5,477±0,87^{a} (2)	2,86±0,48^{b} (3)	4,37±0,29^{a} (9)
Erica vagans	12,02±8,10^{a} (2)	0,00±0,00^{b} (3)	9,21±1,76^{a} (9)
Festuca gr.rubra	13,72±5,05^{a} (2)	32,86±2,18^{b} (3)	11,99±1,81^{a} (9)
Galium saxatile	0,98±0,06^{a} (2)	13,37±3,94^{b} (3)	4,22±1,00^{a} (9)
Luzula campestris	0,00±0,00^{a} (2)	20,47±6,75^{b} (3)	0,27±1,12^{a} (9)
Vaccinium mirtylus	13,82±2,01^{a} (2)	0,00±0,00^{b} (3)	0,58±0,51^{b} (9)

Filas con letras diferentes muestran diferencias al nivel de significación P<0,05. Cifras entre paréntesis muestran el número de muestreos.

Orientación en suelos calcáreos: El único efecto de la orientación en suelo calcáreo fue en la cobertura de la especie *T. repens* ($F_{1,32}$=6,182; P=0,0183) siendo más abundante en orientación Sur (13,77±3,48, n= 16) que en la Norte (4,32±1,82, n= 18), no estando presente en la zona Llana.

Pendiente en suelo silíceo: El análisis de regresión mostró que la pendiente tuvo un efecto positivo sobre la cobertura de *A. curtisii* (r^2=0,6; P=0,0011), *C. caryophillea* (r^2=0,523; P=0,0035) y *E. vagans* (r^2=0,291; P=0,0466) mientras que la cobertura de *A. capillaris* (r^2=0,395; P=0,0161), *F. gr. rubra* (r^2=0,537; P=0,0029), *G. saxatile* (r^2=0,657; P=0,0004) y *L. campestris* (r^2=0,657; P=0,0021) disminuyó significativamente con la pendiente. Del mismo modo, la comparación de la cobertura de arbusto en relación a la pendiente, solamente considerando las zonas no desbrozadas, mostró una relación directa entre ambas (r^2=0,787; P=0,0033), al igual que ocurría con la altura de la hierba (r^2=0,304; P=0,0331) (Figura 1). Sin embargo, el Valor Pastoral disminuyó significativamente con la pendiente (Figura 2).

Pendiente en suelo calcáreo: La pendiente sólo afectó de forma significativa al Valor Pastoral, disminuyendo éste con la pendiente (r^2=0,127; P=0,04) (Figura 3).

Figura 1: Relación entre la altura de la hierba y la pendiente en las zonas de suelos silíceos.

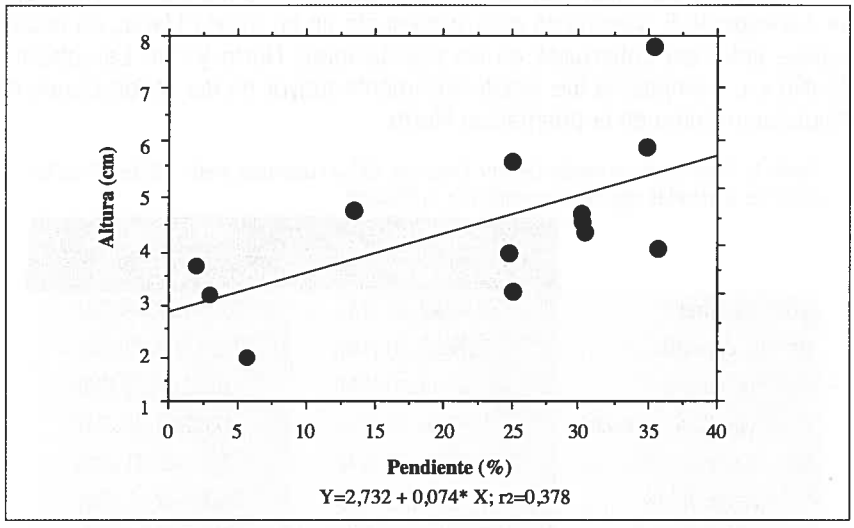


Figura 2: Relación entre el Valor Pastoral y la pendiente en las zonas de suelo silíceo.

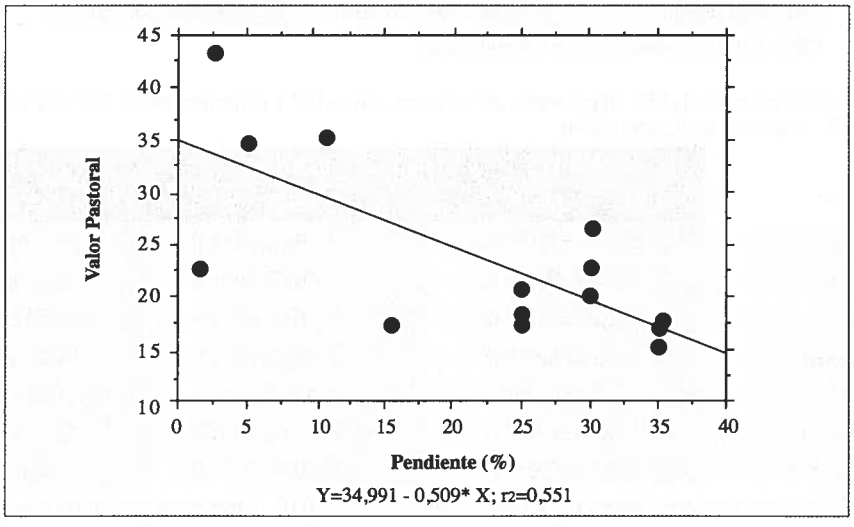
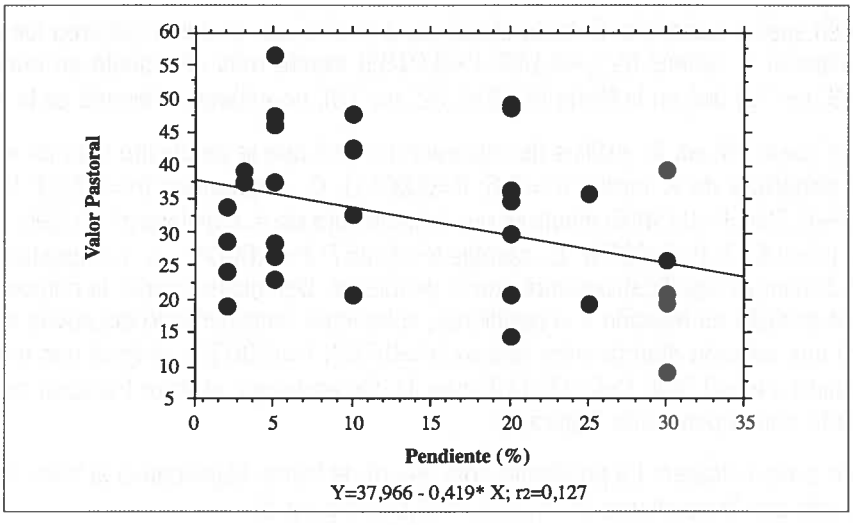


Figura 3: Relación entre el Valor Pastoral y la pendiente en suelos calcáreos.



Discusión

Por lo general, los suelos sobre material calizo poseen un pH más elevado y un contenido de nutrientes ligeramente superior a los formados sobre material silíceo, con una textura más arenosa, que facilita el lavado de nutrientes (Porta *et al.*, 1999). Así, los suelos silíceos de la zona son ácidos, pobres en fósforo y calcio (Albizu, 1994), por lo tanto las especies con mayor cobertura en este tipo de condiciones son generalmente las que menos requerimientos nutricionales tienen. Además, las especies como *A. curtisii* tienen un índice de calidad dentro del método del Valor Pastoral bajo lo que lleva a que el Valor Pastoral en suelo silíceos sea menor que el de suelo calizo.

El hecho de que tanto la cobertura de las especies como el Valor Patoral se vean más afectados por la orientación y pendiente en suelos silíceos que en calizos pudiera ser debido a que en este tipo de suelos las especies presentes se encuentren en situaciones más extremas; de tal manera que cambios microclimáticos debidos a la orientación y pendiente que pudieran llevar a variaciones, como por ejemplo en la humedad o disponibilidad de nutrientes, puedan producir efectos en la estructura del pasto, mientras que en suelos calizos no afecte de un modo significativo a la estructura del pasto. Por ello, el que en suelos calizos no se dé un efecto significativo de la pendiente sobre la cobertura de las especies y sin embargo, sí sea significativo sobre el Valor pastoral podría deberse a que las especies herbáceas sobre suelos calizos varíen algo su cobertura con respecto a la pendiente pero no hasta valores significativos. La disminución del Valor Pastoral con la pendiente estaría reflejando posiblemente el efecto acumulado de esas pequeñas variaciones.

Conclusiones

1. El Valor Pastoral de los pastos en suelos calizos es mejor que en suelos silíceos.

2. Las especies vegetales, en general, muestran mayor respuesta al efecto de la orientación y la pendiente en suelos silíceos que en calcáreos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Servicio de Conservación y Espacios Naturales Protegidos. Departamento de Agricultura de la Diputación Foral de Bizkaia.

Referencias bibliográficas

ALBIZU, I., 1994. *Estudio de la estructura y productividad de los pastos de montaña: pautas para el uso sostenido de la zona del Gorbeia.* Gorbeialde - Universidad del País Vasco-SIMA-CIMA, 139 pp.

BARANDIARAN, J.M. (†); MANTEROLA, A., 2000. *Ganadería y pastoreo en Vasconia.* Atlas Etnográfico de Vasconia/Euskalerriko Atlas Etnografikoa. Eusko Jaurlaritza, Gobierno de Navarra y Etniker. Ediciones Instituto Labayru, Bilbao.

BRIGGS, D.J.; COURTNEY, F.M., 1985. *Agriculture and Enviroment. The Physycal Geography of Temperaturare Agricultural Systems.* Longman. London.

DAGET, PH.; POISSONET, J., 1971. Une méthode d´analyse phytologique des prairies. *Annales d´Agronomie*, **22**, 5-41.

PORTA, J.; LÓPEZ-ACEBEDO, M.; ROQUERO, C., 1999. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente.* Ediciones Mundi-Prensa.

SNAYDON, R.W., 1981. *The ecology of grazed pastures.* World Animal Science, B1. Grazing Animal (ed. F.H.W. Morley). Elsevier, Amsterdam.

IDENTIFICATION OF THE FACTORS THAT DETERMINE THE PASTORAL VALUE AND STRUCTURE OF PASTURES IN THE NATURAL PARK OF GORBEIA (BIZKAIA)

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the effect of lithology, aspect and slope on the structure and Pastoral Value (PV) of the mountain pastures of the NP of Gorbeia. The siliceous pastures had a lower PV than those on calcareous soils due to the lover higher cover *Agrostis curtisii*, *Brachypodium pinnatum* and lower of *Agrostis capillaris*, *Festuca gr. rubra* y *Trifolium repens*. Thus, flat areas had higher PV followed by those on South and North aspect. The cover of *A. curtisii* and *Carex caryophillea* and shrub density increased with slope while that of *Festuca gr. rubra*, *Galium saxatille* and *Luzula campestris* decreased, aspect showing no effect. However, on calcareous soils, slope did not have a significant effect on species cover despite PV decreasing with slope. Aspect only affected the cover of *T. repens*, being the highest on the south aspect.

Keywords: lithology, aspect, slope.

ESTUDIO DE BARBECHOS EN EL TERRITORIO ARCÓSICO DE TOLEDO SOBRE DISTINTOS TIPOS DE SUELO Y SOMETIDOS A DIFERENTES USOS

A.J. Hernández[1], A. Gil[2] y J. Pastor[2]

[1] Dto. Interuniversitario de Ecología, Sección de la Universidad de Alcalá. Campus Universitario 28871 Alcalá de Henares. [2] CCMA, CSIC, Serrano 115, Madrid 28002.

Resumen

Se plantea el estudio de barbechos en un territorio mayoritariamente agrícola con el fin de conocer la oportunidad que dan estos sistemas a la conservación de la biodiversidad de especies herbáceas, muchas de ellas consideradas como recursos pascícolas. Se describen distintos escenarios en que podemos encontrar barbechos y se estudian un total de veinticinco, poniendo de relieve las especies encontradas en los mismos, así como las características de la capa superficial de los suelos. Los usos de prácticas habituales o no por parte de los agricultores de la zona, muestran diferencias en la diversidad de especies. Se manifiesta la importancia de estos sistemas con relación a la conservación del banco de semillas de las especies de pasto en este territorio. Esta última cuestión se juzga de interés para una gestión adecuada en un futuro próximo de la zona centro peninsular.

Palabras clave: biodiversidad, luvisoles, cambisoles, eriales, agricultura intensiva.

Introducción

El paisaje de la zona está caracterizado en su gran mayoría por un paisaje agrario de secano: campos de cereal que alternan con barbechos, eriales a pastos (baldío), viñedos, olivares y algunos espacios dedicados a pastizales en las escasas dehesas. Los diferentes escenarios en que podemos encontrarnos barbechos en el territorio arcósico ubicados en la provincia de Toledo, corresponde éste a lo que genéricamente se denomina "Facies Madrid" (Monturiol, 1984), y se refieren a aquellos sistemas que en general pueden encuadrarse en los pastos de origen agrícola, y más concretamente "secanos con barbechos pastables", que constituyen una oportunidad para la conservación de la diversidad de especies herbáceas, muchas de ellas consideradas como recurso vegetal para alimento del ganado.

Siguiendo la terminología utilizada en la actualidad para el estudio de los pastos (SEEP, 2001), se puede decir que muchos de los eriales (antiguos terrenos agrícolas donde, por abandono del cultivo, crece la vegetación espontánea que puede ser objeto de pastoreo), se encuentran a la espera de una oportunidad urbanística, lo que ha hecho que en un lenguaje coloquial se les esté denominando "barbechos sociales". Por otra parte, los suelos que soportan una agricultura mecanizada e intensiva, con uso de fertilizantes y por efecto de las PAC (las políticas agrarias de la UE), están provocando barbechos con una frecuencia mayor que la gestión habitual de la superficie agrícola en esta zona. Finalmente las alternativas que apuestan por una agricultura más respetuosa con el medio ambiente, optan por manejar cubiertas de especies arvenses en olivares y viñe-

dos, cultivos leñosos mayoritarios en la provincia señalada. Surgen así diversas situaciones para permitirnos estudiar estos pastos herbáceos, a los que no podemos considerar de escasa importancia en este paisaje.

Desde el punto de vista ecológico los barbechos son agroecosistemas con comunidades vegetales que se corresponderían a sistemas de estabilidad muy incipiente. Son sistemas en los que el uso se superpone a uno ya existente (es decir, el correspondiente al cultivo agrícola cada dos o tres años), alterando las condiciones de la capa superficial edáfica, eliminando el subsistema epígeo y, en algunos casos además, con aprovechamiento pascícola itinerante (ovino en la totalidad en el territorio aludido). Estas prácticas representan una eventual complejización de las redes tróficas y efectos perturbadores directos sobre la vegetación, y ello sin contar con el efecto de los conejos, que también hace interesante el estudio de los barbechos. Incluso, todas estas circunstancias pueden permitirnos ir conociendo aquellas especies pascícolas que son capaces de soportar constantemente la interacción de los cambios de uso del suelo, junto con grandes fluctuaciones climáticas anuales, en un ambiente mediterráneo semiárido de carácter continental

Este trabajo, encuadrado en un estudio amplio que contempla los diferentes escenarios descritos, se centra en la exposición de resultados obtenidos en el estudio fitoecológico de barbechos representativos, así como los observados en la realización de los ensayos experimentales planteados para la consecución de los objetivos: conocer las oportunidades de distintos tipos de barbechos ocasionados por diferentes usos del suelo para la conservación de especies de pasto, así como el manejo más adecuado de estos recursos naturales en el secano de la submeseta norte peninsular.

Material y métodos

Se ha efectuado un muestreo fitoecológico de 25 barbechos en el territorio de suelos desarrollados sobre sedimentos detríticos arcósicos y que ocupan una gran extensión en las provincias de Madrid y Toledo (Monturiol, 1984), realizando para ello tres replicaciones establecidas al azar de $1m^2$ cada una. Dichos barbechos están ubicados en su mayoría sobre suelos de tipo luvisol y cambisol. Para la determinación de las especies vegetales se ha seguido Flora Europaea (Tutin *et al.* 1964-80). Las especies inventariadas se han clasificado en una serie de grupos (de 1 a 11) atendiendo al carácter de importancia con relación a lo que denominamos "su posición de calidad de especie pascícola". Además han sido analizados 28 parámetros físico-químicos en los 15 primeros cm del suelo, cuyas muestras han sido recogidas en las parcelas donde se han inventariado las especies. Los análisis físicos y químicos se han realizado según Hernández y Pastor (1989).

Por otra parte, se ha llevado a cabo un ensayo experimental que contempla los escenarios más frecuentes de uso del suelo agrícola en la provincia de Toledo y que dan lugar a distintos barbechos: quemado del rastrojo, laboreo vertical, paso de vertedera y pastoreo con ovino, una vez retirado el cultivo de cereal. Además, se está empezando a utilizar una enmienda para unos suelos muy empobrecidos en materia orgánica, como son los que se generan en el territorio aludido, mediante abonado con compost de residuos urbanos (10 y 20 t. ha^{-1}; así como prácticas de reforestación con encinas efectuadas tan pronto como es abandonado el cultivo cerealista, con lo que estas prácticas también han sido contempladas en este trabajo. El ensayo se ha llevado a cabo en la Finca Experimental "La Higueruela" situada en Santa Olalla (Toledo) sobre sustrato arcósico y con suelos muy representativos de la superficie agrícola de la provincia (luvisoles cálcicos en su mayoría). La descripción de las características de la finca puede verse en López-Fando y Bello (1987). El diseño experimental se ha situado en parcelas sobre este tipo de suelo, próximas a la neutralidad aunque en ocasiones pueden llegar a pH de 5.4 por descalcificación en superficie. La presencia de carbonato cálcico es desordenada y puede darse en una misma parcela situaciones con cerca de una unidad de pH de diferencia, con la correspondiente implicación que ello tiene en las especies vegetales. La textura de la capa superficial edáfica es franco-arenosa en todas las parcelas de experimentación.

Se han dispuesto parcelas de 1.200 m^2 para los usos (una por cada tratamiento), con quema de rastrojo, vertedera, laboreo vertical y compost RSU, en una superficie que durante muchos años (alrededor de 50) se ha venido dedicando al cultivo fundamentalmente de cebada con un manejo propio de la agricultura habitual en la zona. A la vez se han dispuesto 4 parcelas de 100 m^2 cada una en las que se sembraron plantones de encina con una densidad de 1 plantón por cada 2 m^2 y valladas para impedir la entrada de herbívoros que pudiesen afectar la composición florística del barbecho que tenía lugar en los primeros años de la retirada del cereal. Por último, se ha dispuesto otra parcela de una hectárea vallada y con pastoreo de ovino, en el período óptimo de la biomasa vegetal una vez abandonado el cultivo de cebada. Los inventarios de las especies herbáceas se han realizado durante las primaveras de tres años consecutivos en cada tipo de uso. El análisis estadístico realizado para el estudio de las diferencias entre los parámetros edáficos de los suelos ha sido la t de Student.

Resultados y discusión

El inventario general de las especies aparecidas, en más de una ocasión, en barbechos representativos del territorio estudiado está constituido por 76 especies, correspondiendo un 43 % a las gramíneas y leguminosas (Tabla 1).

Tabla 1: Grupos en los que se han clasificado las especies encontradas en los barbechos.

1. Especies de pastizales vivaces *(Festuco-Brometea, Sedo-Sclarenthetea)*	*Dactylis glomerata.*
2. Especies de vallicares terófitos *(Agrostis salmanticae)*	*Agrostis pourretii; Lotus conimbricensis.*
3. Especies de vallicares dominados por Agrostis castellana *(Agrostion castellanae)*	*Agrostis castellana; Cynodon dactylon; Crepis capillaris; Pulicaria paludosa; Rumex crispus.*
4. Especies de majadales *(Poetea bulbosae)*	*Biserrula pelecinus; Trifolium gemellum; T. striatum; T. tomentosum; T. subterraneum; Plantago lanceolata; Sanguisorba minor.*
5. Especies de pastizales terófitos silicícolas *(Helianthemetea guttati)*	*Aira caryophyllea; Corynephorus fasciculatus; Vulpia myuros; Anthyllis cornicina;T. smyrnaeum; A. lotoides; Trifolium arvense; T. campestre; T. cherleri;Ornithopus compressus Cerastium glomeratum; Hypochaeris glabra; Logfia gallica; Tolpis barbata; Silene gallica.*
5. Especies de pastizales terófitos basófilos *(Trachynion distachyae)*	*Jasione montana; Plantago afra.*
7. Especies de pastizales terófitos juveniles o de campos abandonados y comunidades viarias *(Thero-Brometalia)*	*Aegylops geniculata; A. triuncialis; A. sterilis; Bromus tectorum; B. rubens Taeniatehrum caput-medusae; Vulpia ciliata; Lathyrus cicera; Anacyclus clavatus Andryala integrifolia; A. laxiflora; Hedypnois cretica; Senecio gallicus; Alysum granatense Bellardia trixago; Echium plantagineum; Herniaria hirsuta; Rumex acetosella; Silene colorata.*
8. Vegetación arvense de carácter fundamentalmente meseguero *(Stellarienea mediae)*	*Bromus diandrus; Logfia arvensis; Anagallis arvensis; Rapistrum rugosum; Raphanus raphanistrum; Spergula arvensis.*
9. Vegetación de talante moderadamente ruderal *(Chenopodio-Stellarienea)*	*Avena barbata; Bromus madritensis; Lolium rigidum;Trisetum paniceum Vicia lutea; Calendula arvensis; Crepis vesicaria; Convolvulus arvensis Hirschfeldia incana; Echium vulgare; Plantago lagopus.*
10. Especies de medios antropógenos pisoteados y compactados *(Polygono-Poetea annuae)*	*Plantago coronopus; Polygonum aviculare; Spergularia rubra.*
11. Especies de cardales de medios antropógenos o suelos alterados o removidos *(Onopordenea acanthii)*	*Carthamus lanatus; Carlina corymbosa; Picnomon acarna; Eryngium campestre.*

En ella se muestran agrupadas según el grupo en el que las hemos clasificado, correspondiendo en una buena proporción a los pastos terófitos catalogados como eriales (grupo 7), así como a los denominados pastos de terófitos silicícolas (grupo 5). Le siguen las especies correspondien-

tes a la denominada vegetación de talante ruderal (grupos 7 y 9), representantes de majadales (grupo 4), y de una vegetación arvense de carácter fundamentalmente meseguero (grupo 8). Las comunidades herbáceas de estos barbechos quedan muy próximas a las de los pastos de *Thero-Brometalia*, anteriormente *Brometalia rubenti-tectori*, si bien la riqueza de especies obtenida en todos los barbechos estudiados es de una media de 28 frente a las 31 sp/m^2 aparecidas en pastizales estabilizados del mismo territorio, así como es también menor el porcentaje de especies perennes. Sin embargo tienen un mayor número de especies que forman un banco de semillas permanente o con capacidad de dispersión por el viento, propias de lugares sometidos a perturbaciones impredecibles. La mayoría de las especies tienen capacidad de florecer en cualquiera de los meses de primavera-verano, con periodos de floración prolongados (*Herniaria hirsuta* y *Plantago afra*, 6 meses; *Convolvulus arvensis* y *Anagallis arvensis*, 7 meses; *Calendula arvensis* e *Hirschfeldia incana*, 8 meses; o *Cynodon dactylon* y *Cerastium glomeratum*, 9 meses). Contribuyen pues a ese potencial de respuesta frente a las perturbaciones.

Tabla 2: Descriptores de la capa superficial del suelo de los barbechos.

Parámetros edáficos	Media	Desv. est.	V. mínimo	V. máximo
D. aparente (g/cm^3)	1,48	0,109	1,29	1,73
Arcilla (%)	19,35	5,631	8,00	30,00
Limo (%)	18,24	5,470	11,00	31,00
Arena fina (%)	18,88	6,548	2,80	33,00
Arena gruesa	43,53	10,658	21,50	61,00
C. Campo (%)	13,22	3,284	5,9z	18,70
P. marchitez (%)	7,51	2,318	2,60	11,60
Agua útil (%)	5,71	1,547	3,20	9,80
Fr. gruesa (%)	16,06	7,370	8,40	43,90
Microporosidad (%)	19,63	5,009	8,50	26,74
Macroporosidad (%)	23,51	7,073	10,74	38,12
pH	6,04	0,820	4,74	7,88
M.orgánica (%)	1,68	0,559	0,46	2,81
N total (%)	0,07	0,024	0,03	0,15
C:N	13,72	3,141	9,22	20,04
P.asim.(mg/100g)	29,96	68,129	1,54	253,50
Na (mg/100g)	1,58	1,012	0,60	4,50
K (mg/100g)	21,34	8,644	7,00	42,00
Ca (mg/100g)	180,86	101,000	45,00	465,00
Mg (mg/100g)	21,21	10,591	6,00	42,50
Cloruros(mg/100g)	1,14	0,808	0,23	4,01
Nitratos (mg/100g)	0,55	0,900	0,07	4,42
Fosfatos (mg/100g)	0,18	0,386	0,00	1,86
Sulfatos (mg/100)	1,84	1,063	0,43	4,53
Conductividad	90,61	28,711	45,30	160,20
Fe total (mg/kg)	9099,56	3003,635	4270,00	15050,00
Mn total (mg/kg)	106,84	53,841	29,00	269,00
Zn total (mg/kg)	30,62	8,077	20,60	50,00

La caracterización de la capa superficial edáfica se muestra en la Tabla 2, y servirá como referente para posteriores estudios enmarcados en el objetivo general que se pretende, como ya señalamos. También se pueden observar aquellos parámetros que han resultado estadísticamente sig-

nificativos con relación a la diferencia entre luvisoles y cambisoles (tipos de suelos de los barbechos estudiados (Tabla 3). Por otra parte, esta cuestión es interesante con respecto a la variación de pH y a la de las fracciones de arena en la capa superficial edáfica, para poder interpretar diferencias que se presentan en la vegetación. En un trabajo anterior, habíamos señalado una separación clara entre los pastizales de *Agrostis castellana* y los barbechos, puesta de manifiesto por el menor contenido de N total (una media de 0,145 frente a 0,07 % respectivamente y la fertilidad residual debida a la riqueza de P total y P asimilable (Pastor y Hernández, 2001).

Tabla 3: Parámetros edáficos estadísticamente significativos en barbechos (t de Student).

Variable dependiente	luvisol	cambisol	Nivel significación p
pH	6,72	5,61	***
C:N	15,18	12,34	*
Mn total mg/Kg	134,30	83,93	*
Arena fina %	22,35	16,25	*
P asimil. mg/100 g	67,69	5,03	*

*** 99,9%; * 95%

En las tablas 4 y 5 se exponen los datos de la riqueza de especies en los barbechos estudiados en la finca experimental a lo largo de tres años. Las labores de vertedera y de quema de rastrojo, una vez cosechado el cereal, arrojan los valores más bajos de la riqueza de especies en el primer año de barbecho frente al laboreo vertical.

Tabla 4: Riqueza de especies en barbechos con prácticas agrícolas habituales.

	Vertedera quemada			Vertedera (no quemada)			Labor Vertical			Rastrojo Quemado		
Nº total	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Gramíneas	3	6	6	3	5	7	10	7	8	3	6	7
Leguminosas	0	1	1	0	0	0	2	1	1	0	0	0
Compuestas	3	5	5	2	5	4	7	5	8	6	5	7
Otras	4	6	5	5	4	3	6	6	3	6	6	10
TOTAL	10	18	17	10	14	14	25	19	20	15	17	24

Se puede decir que las medias de los valores totales de la riqueza de especies en todos estos barbechos alcanzados en el 1º y 2º año son mas bajos que la media total de este índice de diversidad obtenido en el grupo de 25 que habíamos estudiado previamente, mientras que los valores del 3º año en "labor vertical", "reforestación" y "rastrojo quemado" son más elevados y se aproximan a los del grupo mencionado (una media de 25 especies). Ello puede deberse a que el sistema de manejo en las parcelas de "La Higueruela" fue fundamentalmente una rotación cebada-veza, mantenida durante muchos años; mientras que muchos de los barbechos evaluados en suelos arcósicos correspondían a verdaderos barbechos, momentos en que descansa el cultivo de cereal y se desarrolla el banco de semillas. Los valores más bajos de riqueza en especies se dan en "vertedera".

Tabla 5: Riqueza de especies en barbechos con otras prácticas agrícolas.

	Reforestación			Compost RSU						Pastado con oveja		
Nº total	1º	2º	3º	< 1º >		< 2º >		< 3º >		1º	2º	3º
Gramíneas	2	3	4	2	2	5	5	7	6	2	4	5
Leguminosas	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
Compuestas	5	7	9	3	2	5	4	3	4	3	5	6
Otras	7	6	8	7	5	6	5	4	5	5	4	7
TOTAL	14	17	22	12	9	17	14	15	15	10	13	19

(<) 10 ton./ha.; (>) 20 ton./ha.

Conclusiones

El estudio de barbechos sobre suelos de tipo luvisol y cambisol del territorio arcósico peninsular pone de manifiesto una riqueza de especies cercana al centenar de taxones. Este resultado es importante en relación a la conservación de esta práctica agrícola en beneficio de la biodiversidad y, concretamente, de la conservación de recursos pascícolas en una provincia con predominio de la agricultura de secano.

Por otra parte, se ha caracterizado la capa superficial edáfica de los mismos, permitiendo conocer que el pH, el P asimilable y la razón C/N se encuentran entre los parámetros que muestran mayores diferencias significativas entre los dos tipos de suelos. Los ensayos experimentales relativos al conocimiento de diferentes tipos de barbechos resultantes de prácticas habituales o de otras que lo son menos, permiten acercarnos al conocimiento de cuales pueden ser más beneficiosas para conservar el banco de semillas. Así la eliminación del rastrojo y la llbor vertical parecen ser mejores que la vertedera. La reforestación con encina y el pastoreo con ovino, se muestran tambien como acciones de manejo positivas.

Agradecimientos

Al Proyecto "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los pastos españoles", INIA OT00-037-C17.

Referencias bibliográficas

HERNANDEZ, A.J.; PASTOR, J., 1989. Técnicas analíticas para el estudio de las interacciones suelo-planta. Henares. *Rev. de Geol.*, **3**: 67-102.

HERNÁNDEZ, A. J.; URCELAI, A.; PASTOR, J., 2002. Evaluación de la resiliencia en ecosistemas terrestres degradados encaminada a la restauración ecológica. En: *II Reunión Española de Ciencia de Sistemas (RECS-II)*, 45-53. SESGE, Valencia.

LÓPEZ-FANDO, C.; BELLO, A., 1987. Finca Experimental de la Higueruela. *Publ. Instituto de Edafología y Biología Vegetal de Madrid*, CSIC, Madrid.

MONTURIOL, F. 1984. *Suelos*. En: Estudio Agrobiológico de la provincia de Toledo, 19-146. Diputación Provincial de Toledo, Toledo.

TUTIN T. G. ,HEYWOOD, V.H.; BURGES, N. A.; VALENTINE, D. H.; WALTERS, S. M.; WEBB, D. A.1964-80. *Flora Europaea*. 5 vols. Cambridge University Press, Cambridge.

PASTOR, J.; HERNANDEZ A. J., 2001. Estudio del carácter nitrófilo de las especies de comunidades vegetales pastadas por ganado ovino, vinculado a procesos de antropización. En: *Biodiversidad en Pastos*, 161-167. CIBIO, Alicante. Generalitat Valenciana.

S.E.E.P. 2001. Nomenclator básico de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. *Pastos*, XXIX: 125-161.

EVALUATING FALLOW-LAND PLANT COMMUNITIES GROWING IN THE ARKOSIC SETTING OF TOLEDO ACCORDING TO SOIL TYPE AND MANAGEMENT

SUMMARY

This study was designed to evaluate the possible benefits of vetch growing in a predominantly argricultural area. Its aim was to evaluate the role of this resident plant in preserving the biodiversity of herbaceous species, many of which are considered pasture land resources. We describe several settings in which vetch can be found and analyse 25 of these, indicating the species growing in each, along with top soil properties. The use or non-use of conventional soil management practices by farmers of the area were correlated with differences in species diversity. Our results indicate the significant role of resident vetch covers in preserving the soil seed bank corresponding to pasture species. This last issue is of interest for the design of future soil management programmes for the central Spain.

Key words: biodiversity, luvisols, cambisols, pastures, intensive agriculture.

DINÁMICA INVASORA EN PASTOS DE ESPARCETA: MONOCULTIVO FRENTE A UNA MEZCLA DE FORRAJERAS

N. Palero[2] y M.T. Sebastià[2]

[1] Àrea d'Ecología Vegetal i Botànica Forestal. Centre Tecnologic Forestal de Catalunya. Pujada del seminari s/n 25280 Solsona (Lleida). [2] Departament d'Hortofruticultura, Botànica i Jardineria. Universitat de Lleida- ETSEA. Avinguda Rovira Roure, 181, 25198 Lleida.

Resumen

El cultivo de la esparceta como especie forrajera esta experimentando un importante retroceso ya que a pesar de que desde el punto de vista de la nutrición del animal es una de las leguminosas más deseables, para los agricultores es una especie problemática ya que no posee importantes crecimientos y su persistencia es limitada. Partiendo del estudio sistemático de los pastos de esparceta (ya sea en monocultivo o sembradas conjuntamente con dactilo) en diversas comarcas catalanas se pretende comprender mejor su funcionamiento en términos productivistas y de mantenimiento de la biodiversidad. Los resultados indican que las producciones de esparceta en el área fueron especialmente bajas, no viéndose afectadas por la presencia del dactilo. La riqueza específica sí varía en función del tipo de gestión, aumentando en los monocultivos. El número de especies invasoras también se relacionó de forma inversa con la altitud a la que se sitúa la parcela y con la biomasa de las especies forrajeras (esparceta y dactilo).

Palabras clave: diversidad, producción, especies invasoras, dactilo.

Introducción

Dentro del ámbito regional de Cataluña, las comarcas del Alt Urgell y, especialmente, el Solsonés poseen una gran importancia agrícola y ganadera (Generalitat de Catalunya, 1995). Uno de los cultivos tradicionales que se pueden encontrar en esta región es el de la esparceta (*Onobrychis viciifolia* L.). Esta leguminosa se ha empleado tanto como planta forrajera para alimentación del ganado, gracias a su elevada palatabilidad, como para la mejora de la fertilidad de los suelos. Por esta razón, se tiende a la utilización de esta especie en cultivos rotacionales con otras forrajeras (cereales) o cultivos hortícolas (preferentemente de patata).

Actualmente la esparceta se cultiva durante periodos comprendidos entre 3 y 5 años (en ocasiones incluso más) durante los cuales se realiza una siega anual a finales de primavera, aunque si se da un verano lluvioso se puede efectuar un segundo corte (agosto-septiembre) suficientemente provechoso. Si el propietario del campo posee ganado (ovino o bovino) lo deja pastar libremente durante el invierno obteniendo un buen suplemento alimenticio. En los últimos tiempos, en el Valle de Alinyà se ha instaurado la costumbre de sembrar mezclas de esparceta con dosis bajas de dactilo (*Dactylis glomerata* L.) para intentar asegurar la persistencia del forraje durante un mayor periodo de tiempo.

Ninguna de estas técnicas de cultivo impide la invasión de los campos por parte de un variado número de especies provenientes de los sistemas naturales próximos a los pastos. Este hecho sugiere la posibilidad de que exista una tendencia a la formación de una comunidad vegetal adaptada a las perturbaciones derivadas de la gestión. Esta invasión con especies de la flora del entorno aumenta la biodiversidad de los pastos de esparceta, hecho que en algunos países se empieza a considerar como un bien susceptible de ser cuantificado económicamente.

Estudiar la dinámica invasora y productiva de estos pastos es importante para la adquisición de conocimientos sobre el funcionamiento de las comunidades vegetales y para la futura gestión de estas zonas (Malo *et al.*, 1994). Por tanto, los objetivos son: (1) comprobar la existencia de diferencias en la riqueza especifica en cultivos mono y pluriespecíficos; (2) comparar la producción de forraje obtenida a partir de los dos tipos de gestión; (3) analizar los cambios en la riqueza de especies y la producción a lo largo del tiempo.

Material y métodos

El área de estudio se encuentra en el límite entre las comarcas del Alt Urgell y del Solsonés, repartiéndose administrativamente entre los municipios de Figols-Alinyà y Cambrils d'Odèn, en la región central de Cataluña. En esta zona se seleccionaron 20 campos de cultivo de los cuales 15 habían sido sembrados únicamente con esparceta, y los demás con una mezcla de esparceta y dactilo. El periodo de tiempo transcurrido desde la siembra hasta el momento del muestreo oscilaba entre 1 y 7 años, durante los cuales las parcelas habían sido pastadas en invierno, y principalmente por ovejas.

El muestreo consistió en el establecimiento de un cuadrado de 2x2 m en el centro de cada uno de los pastos en el momento de máximo desarrollo vegetativo. En dicho cuadrado se determinó el total de especies existentes y se recogió la biomasa vegetal aérea de cuatro cuadrados de 0,50x0,50 m con el fin de calcular la biomasa total y por especies. Se separó por especies la biomasa de tres de los cuadrados segados, se obtuvo el peso seco por especie y se calculó la biomasa por especie y la total. Del cuadrado restante se midió el peso total y se guardó para estudios posteriores. La caracterización de las parcelas se realizó tomando datos de altitud, orientación, pendiente, macrotopografia, superficie del campo, dosis de siembra y cultivo anterior.

Para estudiar la influencia de los factores ambientales y de gestión sobre la producción de biomasa y el número de especies, se aplicó una regresión lineal múltiple de tipo *paso a paso* mediante el programa SPSS 11.0 para windows. También se realizaron ANOVAS de un factor.

Resultados

La producción total (entendida como la suma del peso seco de todas las especies presentes en la muestra) presentó una gran heterogeneidad por lo que ninguna de las variables estudiadas parece estar directamente relacionada. Estos valores de biomasa oscilaron entre 96,19 g/m^2 y 633,74 g/m^2. Se dio una tendencia a la presencia de una mayor producción de esparceta en los monocultivos (Fig.1). Los valores de producción de esparceta oscilaron entre 2,98 g/m^2 y 512,53 g/m^2. Esta variación estaba relacionada con el periodo de tiempo transcurrido desde la siembra, de manera que a medida que pasan los años la producción va disminuyendo (Fig. 2).

El número de especies invasoras se vio afectado por el tipo de gestión empleada. Así la riqueza específica fue superior en los pastos sembrados únicamente con esparceta que en las mezclas de ésta con dactilo (Fig. 3). La riqueza florística también se vio afectada por la distribución altitudinal de los pastos, de tal forma que el número de especies disminuyó con la altitud de las parcelas estudiadas (Fig.4).

Figura 1: Biomasa aérea de esparceta en función del manejo realizado.

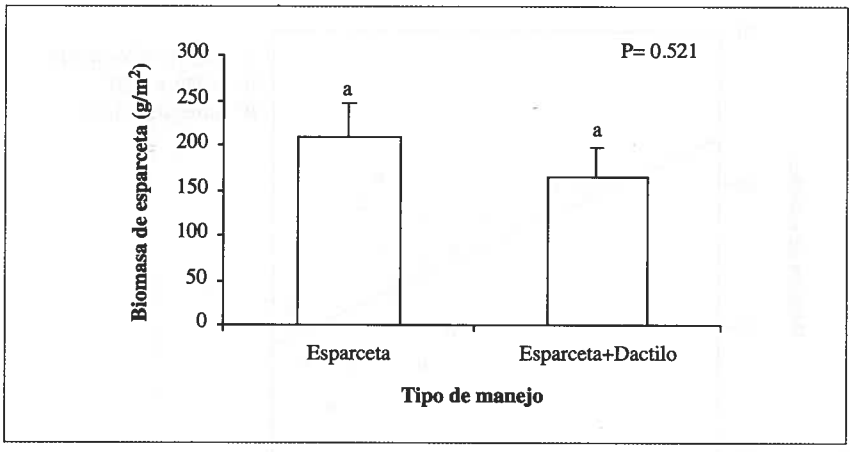


Figura 2: Evolución de la biomasa de esparceta a lo largo del tiempo.

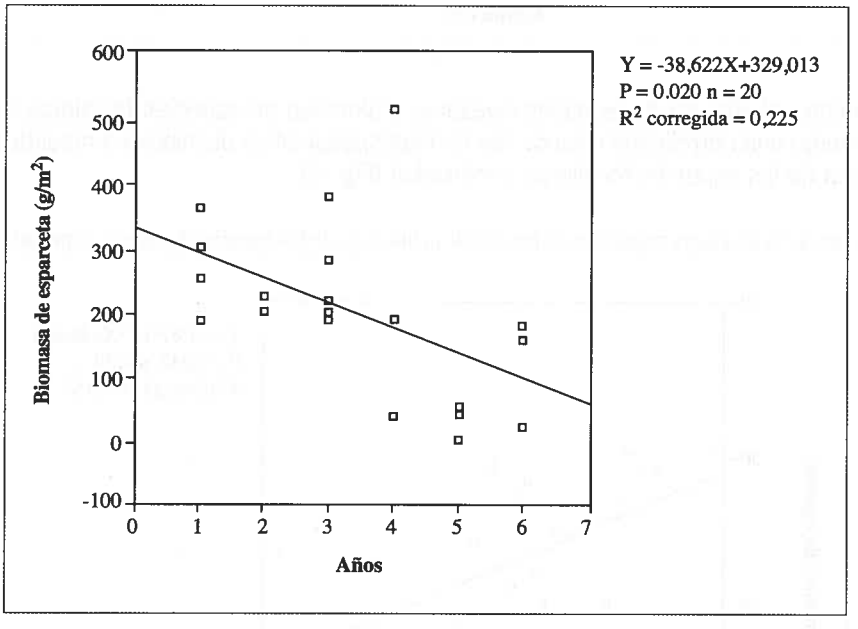


Figura 3: Variación de la riqueza especifica en función de la gestión realizada.

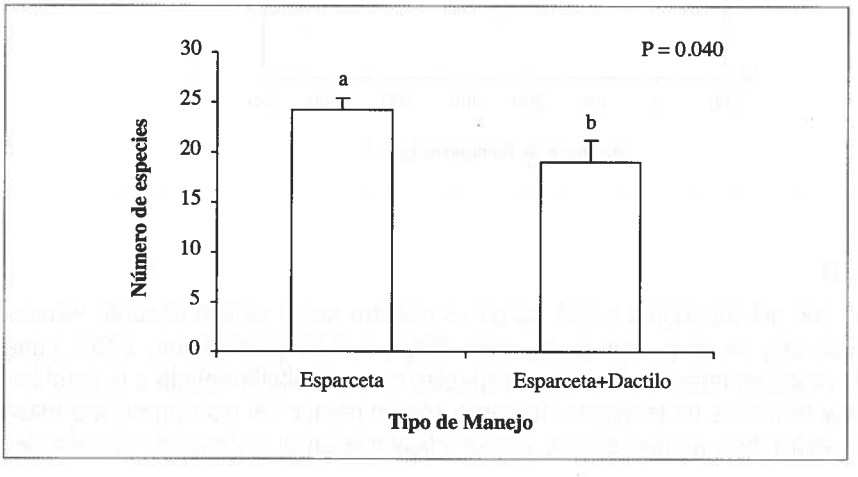
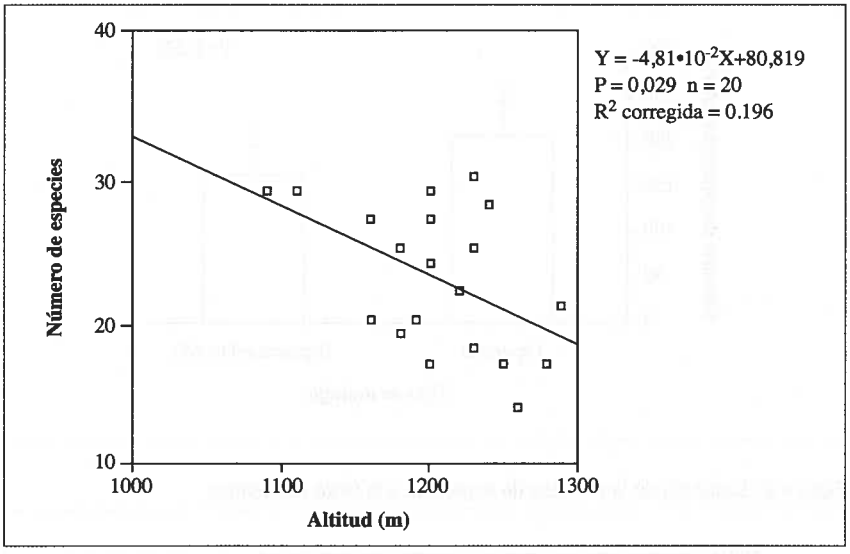
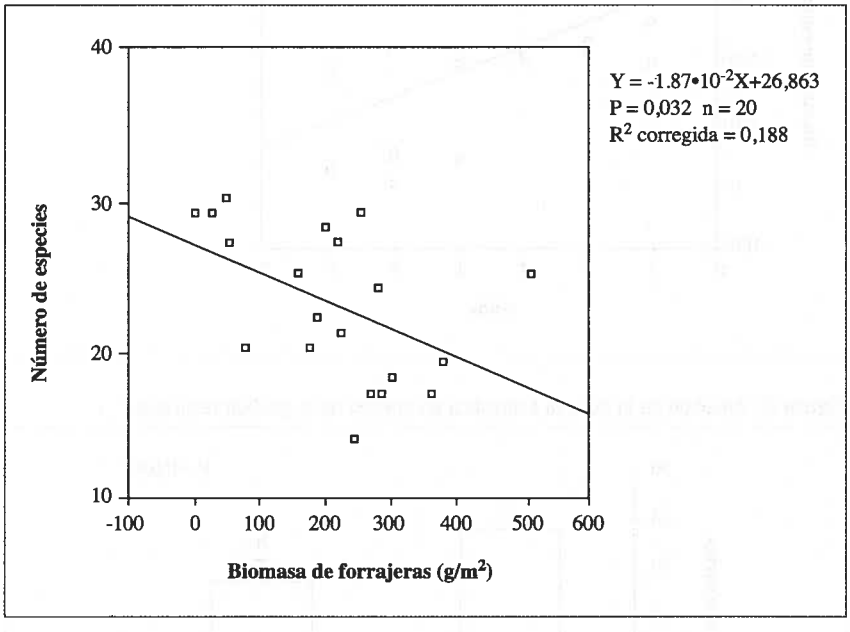


Figura 4: Evolución de la riqueza específica en función de la altitud de los pastos.



La relación entre el número de especies invasoras y biomasa de especies forrajeras (esparceta y dactilo) presentó una correlación inversa. Así la riqueza específica disminuyó a medida que aumentó la biomasa de las especies forrajeras sembradas (Fig. 5).

Figura 5: Evolución de la riqueza específica en función de la biomasa de las especies forrajeras sembradas.



Discusión

Para suelos con pH superiores a 6,0 (como es nuestro caso) se han descrito valores de producción de esparceta, en un primer corte, entre 700 y 1 500 g/m^2 (Anon, 1982; Lane y Koivisto, 2001). Este rango es inferior al de otras especies como la alfalfa debido a la combinación de una serie de características de la esparceta como son un menor LAI para un mismo estadio de crecimiento, una estructura menos erecta, menor eficiencia en el sistema de fijación de nitrógeno y

menor eficiencia en el aprovechamiento de los recursos hídricos (Sheehy *et al.*, 1984). La falta del recurso agua es la causa principal del descenso del número de ejemplares de esparceta, por lo que en veranos muy secos se reduce la producción (Frame *et al.*, 1998). Considerando las características climáticas de la región de estudio, esto justificaría los bajos valores de producción obtenidos en nuestro caso (Fig 1). Asimismo, la esparceta tiende a tener una baja persistencia y un rebrote débil debido a un pobre almacenamiento de carbohidratos en sus raíces, lo que provoca un descenso de la producción con el paso del tiempo (Fig. 2) (Lane y Koivisto, 2001).

Lepš *et al.* (1982) y Frank y McNaughton (1991) concluyeron que una alta diversidad de especies vegetales conduce a un aumento de la estabilidad de una comunidad vegetal tras una perturbación. Con la implantación de un cultivo mixto de esparceta y dactilo estamos potenciando la estabilidad del pasto, lo que disminuye el número de especies invasoras (fig. 3).

En conclusión, la siembra de esparceta junto con bajas dosis de dactilo dificulta la invasión de los pastos por nuevas especies mientas que la producción no se ve afectada ya que la biomasa de dactilo no constituye una variable influyente ni en la producción de biomasa total ni en la de esparceta.

Agradecimientos

Este trabajo pudo ser realizado gracias a la financiación de la Fundació Territori i Paisatge de la Caixa de Catalunya y al proyecto ACOM financiado por la Agencia de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca del DURSI, Generalitat de Catalunya. Agradecemos también al Centre Tecnológic Forestal de Catalunya y en particular al Área de Ecología Vegetal y Botánica Forestal por la ayuda prestada en este proyecto. A los propietarios de los pastos por su colaboración. A Pere Casals y Jose Mª Arenas por su apoyo e inestimable colaboración.

Referencias bibliográficas

ANON. 1982. The future of sainfoin in British agriculture. En: *Proceedings of Meeting at Grassland Research Institute, Hurley*, Grassland Research Institute, Hurley, pg. 2-15.

GENERALITAT DE CATALUNYA. 1995. *El Solsonès. Pla comarcal de muntanya 1995-1999*. Departament de Política Territorial i Obres Públiques, pg. 19-30.

FRAME, J.; CHARLTON, J. F. L.; LAIDLAW, A.S. 1998. Alsike clover and sainfoin. En: J. Frame, J.F.L. Charlton, y A.S. Laidlaw (ed.) *Temperate Forage Legumes*. CAB International, Wallingford, pg. 273-289.

FRANK, D. A.; MCNAUGHTON, S.J. 1991. Stability increases with diversity in plants communities: empirical evidence from the 1988 Yellowstone drought. Oikos 62:360-362.

LANE, G.; KOIVISTO, J. 2001. Trial of Sainfoin Cultivars. Royal Agricultural College [On line, avalilable at http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/AddInfo/sainfoin.pdf, (verified, 06/11/02)]

LEPŠ, J.; OSBORNOVÁ-KOSINOVÁ, J.; REJMÁNEK, M., 1982. Community stability, complexity and species life history strategies. *Vegetatio* **50**:53-63.

MALO, J. E.; LEVASSOR, C.; JIMENEZ, B.; SUAREZ, F.; PECO, B. 1994. *La sucesión en cultivos abandonados en zonas agropastorales: Semejanzas y diferencias entre tres localidades peninsulares*. Actas de la XXXIV reunión científica de la S.E.E.P. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Santander, pg. 131-136.

SHEEHY, J. E.; MINCHIN, F. R.; MCNEILL, A., 1984. Physiological principles governing the grown and development of Lucerne, sainfoin and red clover. En: *Forage Legumes*, Thomson, D.J. (ed.). Occasional Symposium No. 16, British Grassland Society, Hurley, pg. 112-125.

INVASION DYNAMICS IN SAINFOIN SWARDS: MONOCULTURE VERSUS FORRAGE MIXTURES

SUMMARY

The cultivation of sainfoin is experiencing an important draw back, although it is one of the most desirable species for animal feeding, because farmers find that the species does not provide high yields and has a limited persistence. We studied sainfoin swards either in monoculture or in mixtures with orchard grass in several counties in Catalonia for a better understanding of their functioning, both from the productive perspective and in terms of biodiversity conservation. Results indicate that productivity of sainfoin in the area was particularly low and it was not affected by the presence of orchard grass. Species richness was affected by management and increased in the monocultures. The number of invading species showed an inverse relationship with altitude of the sward and with the biomass of forage species (sainfoin and orchard grass).

Key words: diversity, productivity, invader species, orchard grass.

CARTOGRAFIA Y S.I.G.

Quinta parte

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN LAS EXPLOTACIONES GANADERAS

J. Castro[1], R. Novoa[1], J. Valladares[1] y J. López Díaz[2]

[1] Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña.
[2] Tragsa.

Resumen

Para prevenir la generación de residuos en las explotaciones agro-ganaderas como son las de vacuno de leche de la Cornisa Cantábrica, es imprescindible fomentar el reciclado de los nutrientes de las deyecciones del ganado.

Se presenta una primera versión de un sistema experto, basado en un Sistema de Información Geográfica (SIG), para la finca del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) con el objetivo de facilitar y racionalizar la gestión de la fertilización, haciendo más cómodo el acceso a la información de cada parcela, como historial de análisis de suelos, historial de fertilización orgánico-mineral, historial de cultivos, etc. El programa posibilita el calcular automáticamente el valor fertilizante del purín y el estiércol posibilitando un ahorro en la compra de fertilizantes minerales.

Palabras clave: Sistema de información geográfica, sistema experto, plan de manejo de nutrientes, abonado orgánico, purines.

Introducción

En la Cornisa Cantábrica, a diferencia de otras regiones españolas y europeas, no se ha detectado contaminación difusa de nitratos de origen ganadero, siendo la Cuenca Hidrográfica del Norte, que incluye toda la Cornisa Cantábrica, la que cuenta con la mejor calidad de las aguas de toda España (ITGM, 1998). No obstante es necesario hacer una gestión racional de las prácticas de abonado en las explotaciones de vacuno de leche. Los altos niveles de fósforo y potasio detectados a través de los análisis de tierras constatan que existe una sobrefertilización explicable por el desconocimiento del valor fertilizante de los abonos orgánicos (purines y estiércoles), de la propia explotación (Castro y Mateo, 1997).

Para prevenir la generación de residuos en las explotaciones agro-ganaderas como son las de vacuno de leche de la Cornisa Cantábrica, es imprescindible fomentar el reciclado de los nutrientes producidos en las deyecciones del ganado como abono de los forrajes, mediante una correcta gestión y planificación de la fertilización que permitirá además la disminución del consumo de energías fósiles y emisiones de CO_2 que se originan en la fabricación de los abonos minerales aplicados innecesariamente (Ceotto, 2002,Castro, 2002).

Esta correcta gestión se lleva a cabo mediante Planes de Manejo de Nutrientes (PMN) que son elaborados y monitorizados por investigadores y técnicos competentes (REPS, 2000) Los PMN

integran toda la información relacionada con las prácticas de abonado orgánico y mineral, como el análisis de tierras, purines y estiércoles; la estimación o cálculo de los nutrientes reciclados mediante la aplicación directa al terreno por el ganado en pastoreo, o por la aplicacion de purines, las dosis y épocas de abonado para cada cultivo y parcela, las necesidades de compra de abono mineral, las zonas sensibles donde no se debe abonar en determinadas épocas del año, etc.

El manejo de toda esta información, para la multitud de parcelas que componen las explotaciones, sería prácticamente imposible sin la ayuda de herramientas informáticas como las bases de datos, los sistemas expertos o los sistemas de información geográfica (SIG).

En este artículo se presenta una primera versión de un sistema experto basado en un SIG para la gestión de la fertilidad de la finca del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo.

Material y métodos

Se creó un sistema experto basado en un SIG utilizando el motor de la aplicación Microsoft Access 97. Access es una de las aplicaciones más comúnmente utilizadas en el manejo de datos y se distribuye junto con el paquete de Microsoft Office, además los datos se almacenan en un formato que la mayoría de los SIG son capaces de interpretar. La aplicación Access permite crear una base de datos totalmente a medida mediante la combinación de lenguajes Visual Basic (VB) y Structured Query Language (SQL), con las ventajas de que la interfaz de Windows se crea ya automáticamente por el programa y de que el manejo de datos es muy efectivo. El inconveniente es que el usuario necesita tener instalado en su máquina al menos el componente Access del paquete Microsoft Office 97 ó 2000.

A partir de las curvas de nivel y elementos altimétricos procedentes de la cartografía 1:5000, proporcionada por la Consellería de Política Agrolimentaria e Desenvolvemento Rural, se generó un modelo digital del terreno(MDT), de 5 metros de resolución, a partir del cual se orto rectificaron las fotografías aéreas procedentes de un vuelo en color a escala 1:20000, escaneado a 28 micras del año 2000, que recubrían la totalidad de la finca del CIAM. Sobre esta ortoimagen y con la ayuda de un croquis actualizado del parcelario de la finca se digitalizaron las parcelas, caminos y demás objetos espaciales para proceder posteriormente a la creación del SIG asociando a las parcelas los atributos alfanuméricos de la base de datos creada.

Los datos almacenados en la aplicación son leídos por el SIG. Por su facilidad de uso y por la variedad de formatos admitidos se eligió la aplicación MAPINFO V7.0, que permite fácilmente el manejo de tablas de datos de Access. Los datos actualizados `por la aplicación se visualizan por el SIG permitiendo una interpretación visual más intuitiva que en formato tabular.

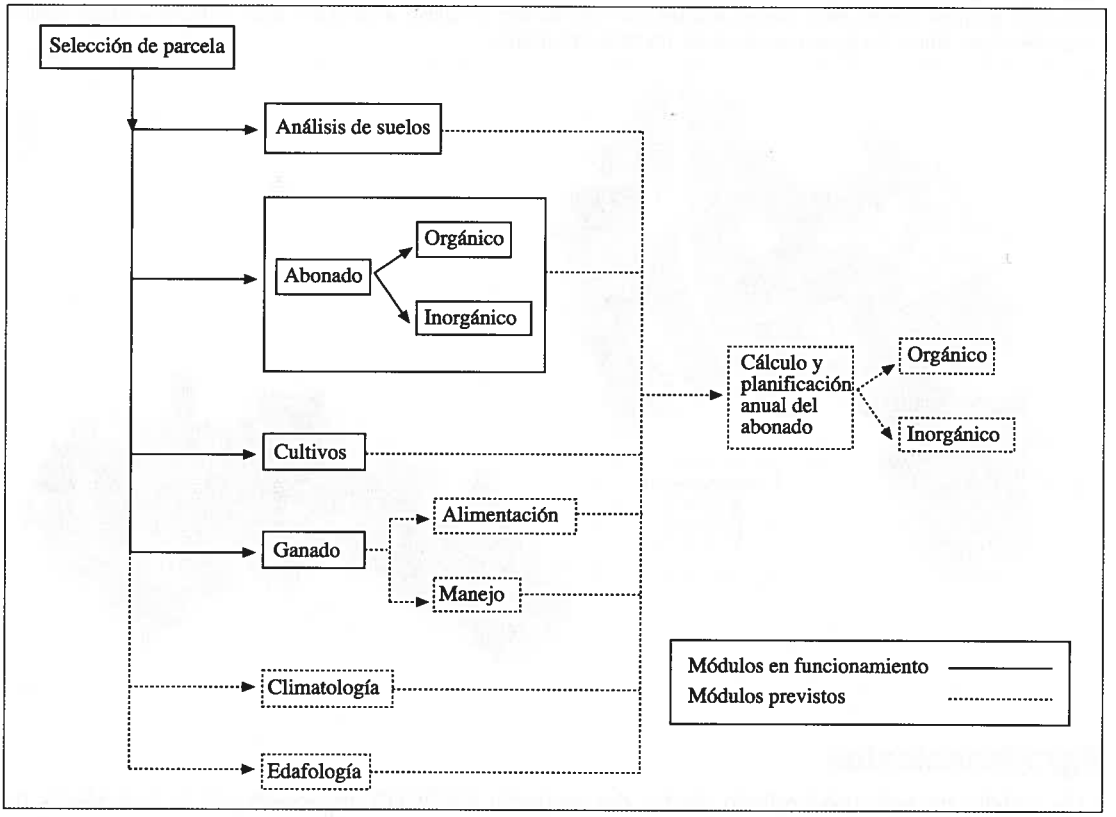
Resultados y discusión

La estructura del sistema experto permite el almacenamiento de datos, de cada parcela de y la visualización en plano de esa información.

Se diseñó un programa específicamente para las parcelas de la finca del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, pero puede servir para cualquier explotación agraria. El programa pretende ser fácil de utilizar por el usuario, conteniendo una ayuda bastante completa. El programa está estructurado en módulos que permiten tanto una mejor organización del entorno visual como del código de programación (figura 1).

Se parte de la selección de una parcela y a partir de ahí se abre la posibilidad de acceder a los cuatro módulos de datos disponibles (historial de análisis de suelo, historial de abonado, historial de cultivos e historial de manejo de ganado), mostrándose los datos individuales de esa parcela para el módulo seleccionado, y así, paulatinamente se va accediendo al resto de la información.

Figura 1: Esquema jerárquico de los módulos actuales y futuros del programa.



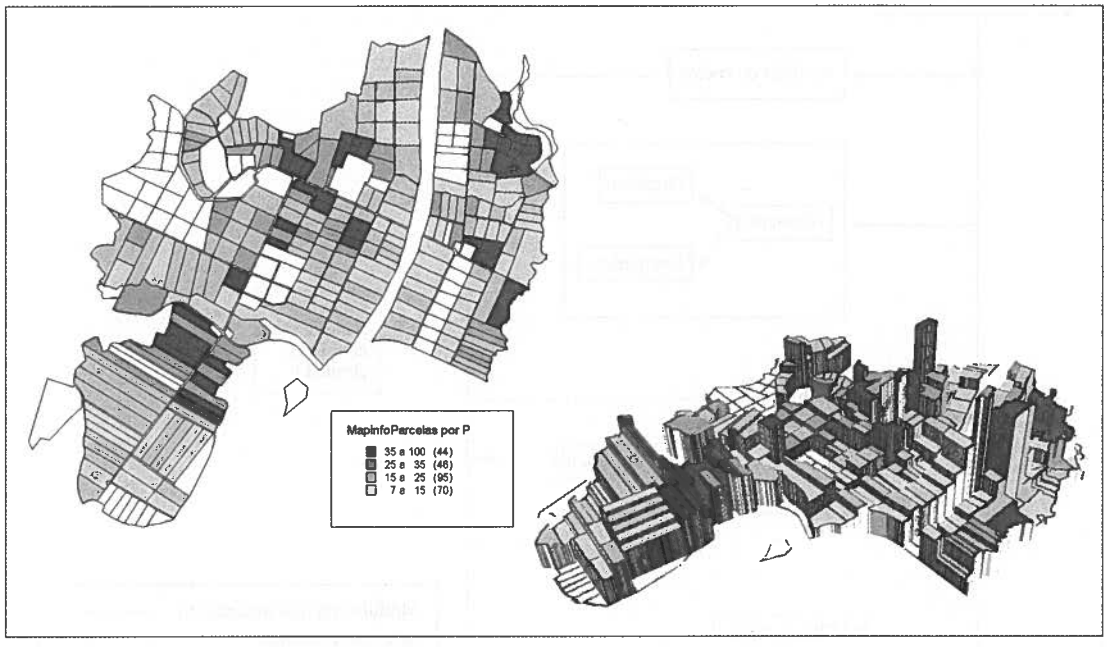
El SIG organiza la información almacenada para cada parcela en capas que pueden ser representadas en planos que se pueden superponer, permitiendo el cruce o combinación de la información para producir nuevas capas que pueden ser representadas en dos o en tres dimensiones (figura 2). Permite también realizar análisis espaciales como el cálculo de superficies o distancias, que son de gran utilidad para la planificación temporal y espacial del abonado de los cultivos de una explotación.

La introducción de los datos analíticos de los purines y estiércoles permite el cálculo automatizado del valor fertilizante de los abonos orgánicos aplicado en función de la dosis, la época de aplicación, las condiciones climáticas y la forma de aplicación (enterrado o en cobertera), que van a determinar la eficacia fertilizante en comparación con el abono mineral nitrogenado.

Los programas SIG se popularizan en función de la cada vez mayor asequibilidad y detalle de cartografía digital y de la mayor facilidad de manejo de los programas comerciales, pero necesitan ser adaptados (programados) para aplicaciones específicas que sean fáciles de utilizar por los usuarios. Se muestran como herramientas útiles a técnicos y ganaderos para la gestión adecuada del manejo de los nutrientes y para facilitar el control de la Administración del cumplimiento de las buenas prácticas agrarias en las explotaciones ganaderas, exigidas actualmente para la percepción de ayudas de la PAC.

En una nueva versión se pretenden incorporar nuevas utilidades, como serían las recomendaciones de abonado basadas en los ciclos de nutrientes, partiendo de la inclusión de nuevos módulos de climatología y edafología y de nuevos submódulos como la alimentación del ganado y el manejo.

Figura 2: Superior: croquis de los niveles de fósforo en las parcelas del CIAM. Los colores claros representan valores bajos y los oscuros valores altos. Inferior: croquis del cruce de dos variables, la variable P altos se representa por color y la variable K por altura. En blanco aparecen las parcelas sin analizar.



Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado dentro del proyecto XM-05-00 financiado por la Consellería de Política Agroalimentaria e Desenvolvemento Rural.

La cartografía digital fue elaborada por Elena Navarro Díaz, Francisco Javier Fanego Rioboo y José Marcial Díaz Manso del Sistema de Información Territorial de Galicia (SITGA).

Conclusiones

El sistema experto basado en un SIG para la finca del CIAM, es una herramienta que facilita la gestión de la fertilización de la explotación, haciendo más cómodo el acceso a la información almacenada en cada parcela, como historial de análisis de suelos, historial de fertilización, historial de cultivos, etc.

Posibilita el cálculo automático del valor fertilizante del purín y el estiércol y por lo tanto su utilización como un abono más, por lo que se puede calcular los nutrientes totales aplicados mediante el abonado orgánico y el mineral.

La estructura del programa en módulos independientes vinculados a cada parcela, permite ir añadiendo sucesivamente nuevas utilidades en nuevas versiones, como sería las recomendaciones de abonado basadas en los ciclos de nutrientes.

Referencias bibliográficas

CASTRO, J., 2002. Estratexia para un manexo sostible da fertilización das terras en Galicia: A reciclaxe do xurro como abono. *Cooperación nº 60*. Octubre.

CASTRO, J. y MATEO, E., 1997. Evolución del P en el suelo en praderas fertilizadas mediante un modelo basado en el ciclo de nutrientes. *Actas de la XXVIII Reunión Científica de la SEEP*, pp. 317-323, Sevilla-Huelva, 5-9 de Mayo.

CEOTTO, E., 2002. The issues of energy and carbon cycle: new perspectives for assessing the environmental impact of animal waste utilization. *Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture Network (RAMIRAN)* Hight Tatras, Eslovaquia; 14-18 de mayo.

MAFF, 1995. Farm waste management plans: making better use of nutrients while minimising the risks of water pollution.*PB2298*.

ITG (Instituto Técnico Geominero),1998 Mapa del contenido en nitratos de las aguas subterráneas en España. Ministerio Medio Ambiente.

REPS (Rural Environmental Protection Scheme), 2000. *Agri-environmental Specifications* ..Departament of Agriculture, Food and Rural Development (Ireland).

GEOGRAFIC INFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT TO MANAGEMENT THE SOIL FERTILITY IN CATTLE FARMS

SUMMARY

In order to prevent the waste generation on dairy farms on the "Cornisa Cantábrica", it is indispensable to the recycling of the nutrients produced by the livestock.

A first version of an expert system based on a Geographical Information System (GIS) for the experimental farm of Mabegondo Agrarian Research Center that facilitates the fertilization management of the farm, making more comfortable the access to the information filed in each parcel, as historical analysis of soil, historical fertilization (organic and mineral), historical crops... that facilitates the automatic calculation of the fertilizer value of the slurry and the manure and therefore their utilization as a fertilizer.

Key words: geographical information system, expert system, nutrient management plan organic fertilizer, slurry.

AVANCE DE RESULTADOS DEL PROYECTO DE PASTOS ESPAÑOLES PARA LA ISLA DE TENERIFE

P. Méndez[1], L. Bermejo[2], L. de Nascimento[2], A. Santos[1] y J. Mata[2]

[1] Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, Apartado 60, 38200, La Laguna, Tenerife (I. Canarias). [2] Escuela del Centro Superior de Ciencias Agrarias de la Universidad de La Laguna, Carretera de Geneto nº 2, 38296, La Laguna, Tenerife (I. Canarias).

Resumen

Se presenta una cartografía preliminar de la isla de Tenerife (Canarias) como adelanto del trabajo que se está desarrollando en el ámbito del Proyecto SEEP-INIA-CCAA titulado "Tipificación, cartografía y evaluación de los pastos españoles". Se partió del campo "Uso" del II Inventario Forestal Nacional (II IFN) y se incorporó la información contenida en la Cartografía Básica de Canarias (E 1:5000) así como el mapa derivado de Ocupación del Suelo. Para las superficies agrícolas se utilizaron los mapas de cultivo en formato *.shp (shapefile) de la Dirección General de Estructuras Agrarias de la Consejería de Agricultura del Gobierno de Canarias y se complementó con los datos estadísticos de superficies ocupadas (1-T Municipal, 2001) del Servicio de Estadística de la misma Consejería. La diversidad de ecosistemas naturales y el marcado minifundio agrario en tan escasa superficie hace difícil la tarea de recoger y plasmar la información a gran escala, por lo que a efectos prácticos se ha tratado de llevar a cabo un trabajo de síntesis obviando el elevado número de particularidades. El alto porcentaje de superficie protegida bajo diversas figuras, que abarca prácticamente toda la corona forestal y zonas puntuales de la franja costera, hace que las áreas más adecuadas para el aumento de la producción pascícola y forrajera sea la gran cantidad de terrenos de cultivo abandonados de las zonas medias y bajas. Por ello se ha creído conveniente incluir en el trabajo la información que aporta el mapa de Espacios Naturales Protegidos de la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias.

Palabras clave: Archipiélago canario, pasto, cartografía, recursos forrajeros.

Introducción

El Proyecto SEEP-INIA-CCAA (OT-037-C17) se inició oficialmente en el año 2000, aunque a efectos prácticos fue al cabo de un año de reuniones con los diferentes coordinadores temáticos cuando quedaron sentadas las bases metodológicas para comenzar a trabajar. A esas dificultades normales de arranque de un proyecto ambicioso, multidisciplinar y numeroso en cuanto a número de participantes, se debe añadir en el caso particular canario el hecho de tratarse de un espacio singular, alejado y muy diferente al del resto del territorio nacional, aunque también habría que señalar que esa lejanía se transforma en ventaja cuando se trata de casar información con las comunidades vecinas. En realidad se podría decir que cada una de las siete islas debería ser tratada de forma particular. La mayor dificultad inicial se tuvo a la hora de homogeneizar la información, de forma que dentro de una misma isla se han tenido que obviar las particularidades en favor de una mejor comprensión práctica. Se presenta aquí una cartografía preliminar de Tenerife, que va a ser-

vir de modelo para el resto de las islas. Además se aporta, como información complementaria y necesaria en regiones como la canaria con cerca del 50 % de su territorio protegido, una cartografía de los Espacios Naturales Protegidos de la isla.

Material y métodos

Básicamente la metodología utilizada se ajusta a lo convenido por los coordinadores temáticos del área de cartografía del proyecto. Como herramienta de trabajo se ha utilizado el S.I.G. ArcView 3.2 (ESRI, 1996). A partir del campo "Uso" del II IFN (Dirección General de Conservación de la Naturaleza, 1996)se hizo una primera clasificación del territorio. La unidad forestal arbolado se subdividió a su vez en los distintos tipos de bosque definidos por el campo "Espe" (especie principal de las masas arboladas). Las unidades forestal con arbolado ralo y forestal desarbolado se caracterizaron utilizando la Cartografía Básica de Canarias (E 1:5000) (Cartográfica de Canarias S.A., 1996) y el mapa derivado de Ocupación del Suelo (Cartográfica de Canarias S.A., 1998) de la Consejería de Política Territorial del Gobierno de Canarias.

Para elaborar la parte de cartografía correspondiente a superficies agrícolas se superpuso el campo "Uso" del II IFN al mapa digitalizado de cultivos en formato *.shp (shapefile) facilitado por la Dirección General de Estructuras Agrarias de la Consejería de Agricultura del Gobierno de Canarias (2000) complementado con el 1-T Municipal (Consejería de Agricultura. Gobierno de Canarias, 2001), seguidamente por medio de una consulta en Access se obtuvo el cultivo dominante, que en el caso de Canarias dada la elevada fragmentación del territorio y el marcado minifundio agrícola, ha tenido que ser trabajado a nivel de polígono y no de municipio como en el resto de España.

Como se dijo en la introducción se ha visto la necesidad y el interés de incluir el mapa de los Espacios Naturales Protegidos (Cartográfica de Canarias S.A., 1999) de la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias (Fig. 2).

Resultados y discusión

El primer desglose del campo "Uso" del II IFN permitió hacer una primera clasificación del territorio insular en cinco clases: forestal arbolado, forestal arbolado ralo, forestal desarbolado, cultivos e improductivo y aguas. La unidad forestal arbolado se clasificó a su vez en los distintos tipos de bosque definidos por el campo "Espe": bosque de pino canario, bosque de pino insigne y fayal/brezal/laurisilva (Fig. 1).

El trabajo que se llevó a cabo sobre las unidades forestal con arbolado ralo y forestal desarbolado, en función del mapa de Ocupación del Suelo y de las cotas de nivel de la Cartografía Básica de Canarias, ha dado como resultado que en el polígono definido como matorral costero en el II IFN aparezcan ahora dos nuevas unidades, el bosque termófilo, en cota 100-400 msm de la vertiente norte y en cota 400-600 msm de las vertientes noroeste y sur, y el escobonal que se sitúa en cota 600-1200 de la vertiente sur (Fig. 1).

Al tratar los recursos pascícolas en superficies agrícolas, la situación es tan dispersa y el minifundio tan marcado, que además de trabajar a nivel de polígono se ha tenido que simplificar y esquematizar la información, de modo que en el mapa pudieran aparecer las pocas zonas de la isla con una cierta importancia en la producción de pasto, que se concentran fundamentalmente en los extremos noreste y noroeste de la misma. Básicamente son dos las categorías directamente relacionadas con el aprovechamiento forrajero, el pastizal natural en el que el ganado normalmente aprovecha el pasto directamente, y los pastos agrícolas en los que se engloban los diferentes tipos de cereales y leguminosas anuales, algunas leguminosas arbustivas y diferentes mezclas de uso forrajero. En la leyenda del mapa se incluyen también los cultivos de medianías (hortícolas de las zonas medias dedicadas al comercio interior), los cultivos de exportación de las zonas bajas (plátano, tomate y flores), frutales (templados y subtropicales) y castaños, por la importancia que pudiera tener la utilización de los subproductos en la alimentación del ganado. En

la tabla 1 se indican las especies botánicas que mejor definen algunas de las leyendas de la cartografía preliminar de la figura 1.

Tabla 1: Especies botánicas más significativas correspondientes a la leyenda de la cartografía preliminar de Tenerife (Fig. 1).

LEYENDA	ESPECIES BOTANICAS
• Matorral de alta montaña	*Spartocytisus supranubius, Adenocarpus viscosus var. viscosus*
• Pino canario	*Pinus canariensis, Chamaecytisus proliferus, Cistus symphytifolius, Echium virescens*
• Pino insigne	*Pinus radiata*
• Escobonal	*Chamaecytisus proliferus, Echium virescens, Cystus symphytifolius*
• Eucaliptos	*Eucaliptus camaldulensis, Eucaliptus globulus*
• Fayal-Brezal	*Myrica faya, Erica arborea, Laurus novo canariensis, Ilex canariensis*
• Bosque termófilo	*Olea europaea ssp. guanchica, Juniperus turbinata ssp. canariensis, Phoenix canariensis, Bituminaria bituminosa*
• Castaños	*Castanea sativa*
• Matorral costero	*Euphorbia spp., Rubia fruticosa, Hyparrhenia hirta, Stipa capensis, Pennisetum cenchroides*
• Matorral degradado	*Artemisia thuscula, Rumex lunaria, Bituminaria bituminosa, Foeniculum vulgare, Micromeria spp. Globularia salicina, Hypericum canariensis, Asphodelus spp.*
• Pastizal	*Trifolium spp., Medicago spp., Phalaris spp., Vulpia spp., Poa bulbosa*
• Pastos agrícolas	*Chamaecytisus proliferus ssp. palmensis, Vicia spp., Lathyrus spp., Avena sativa, Hordeum vulgare*

Por último cabe reseñar la elevada cantidad de zonas de cultivo abandonadas, la mayoría de ellas dedicadas anteriormente al cultivo del plátano de exportación y a hortícolas para el mercado interior, que se han visto reducidas de forma drástica en estos últimos años como consecuencia, fundamentalmente, de la aplicación de la normativa del mercado único europeo, y cuyas característica climáticas, edáficas así como las de infraestructuras derivadas de la actividad agrícola anterior deben de tenerse en cuenta a la hora de planificar el uso y destino de estos espacios en una región, como la canaria, deficitaria en la producción de fibra para su cabaña ganadera.

Figura 1: Cartografía preliminar de la isla de Tenerife: área forestal, área desarbolada, cultivos y área improductiva.

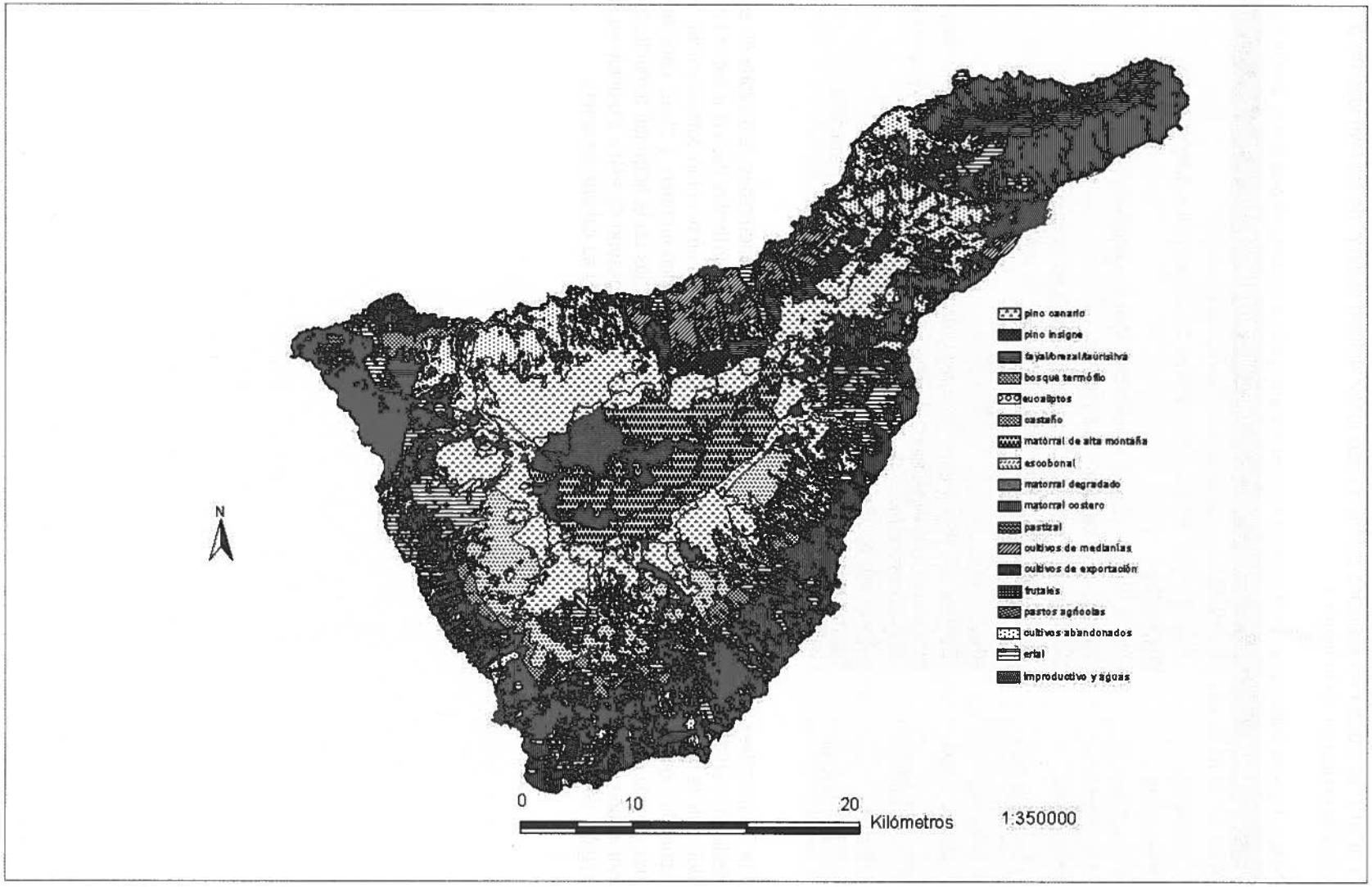
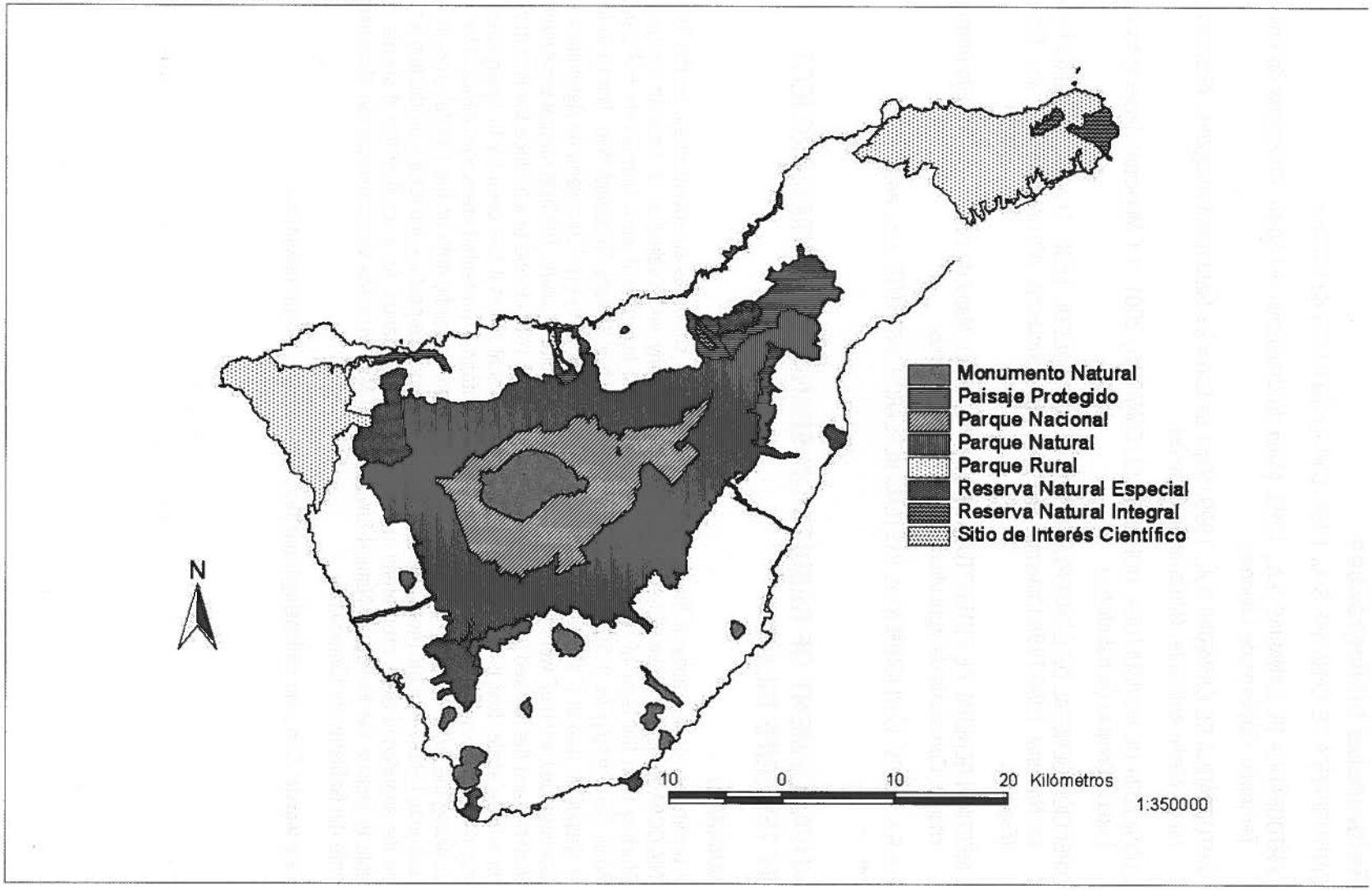


Figura 2: Mapa de Espacios Naturales Protegidos.



Referencias bibliográficas

CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A., 1996. Cartografía Básica de Canarias.

CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A., 1998. Mapa de Ocupación del Suelo. *Consejería de Política Territorial. Gobierno de Canarias.*

CARTOGRÁFICA DE CANARIAS S.A., 1999. Mapa de Espacios Naturales Protegidos. *Viceconsejería de Medio Ambiente. Gobierno de Canarias.*

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA. GOBIERNO DE CANARIAS, 2001. 1-T Municipal. Superficies ocupadas. *Servicio de Estadística.*

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, 1996. Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1996.Canarias. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Pesca. Madrid (España).*

DIRECCIÓN GENERAL DE ESTRUCTURAS AGRARIAS, 2000. Mapa de cultivos digitalizado (formato shape). *Consejería de Agricultura. Gobierno de Canarias.*

E.S.R.I. , 1996. ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. Inc., ArcView 3.2

ADVANCEMENT OF RESULTS ON SPANISH PASTURES PROJECT IN TENERIFE ISLAND

SUMMARY

A preliminary cartography of Tenerife island (Canaries) is shown as an advancement on the SEEP-INIA-CCAA Project entitled "Characterisation, Cartography and Evaluation of Spanish Pastures". Starting from the layer of "Usage" of II National Forest Inventory it were incorporate the Canary Basic Cartography (S: 1:5000) together with its derivative Surface Occupied Map. The Crop Map in shapefield format (*.shp) and the Statistics Crop Dates from the "Consejería de Agricultura del Gobierno de Canarias" were used to represent the agricultural lands. The high natural ecosystem's diversity and the marked smallholding make it difficult to pick up and to introduce the information on a large scale, that is why in order to a more practical effect it has been try to summarise to standing in the way the particularities. The high percentage of protected areas over different forms, including the largest part of the forestry areas and some specific area on the coastal ones, is the reason to believe that the more adequate area to increase the pasture and forage production would be the abandoned lands crop areas in the middle and low lands. As a result of that it seems suitable to include the Protected Natural Environmental Map from the Viceconsejería de Medioambiente del Gobierno de Canarias.

Key words: Canarian archipelago, pasture, cartography, forage resources.

CARTOGRAFÍA DE RECURSOS PASCÍCOLAS EN LA REGIÓN DE MURCIA

M. Erena[1], A. Robledo[2], P. García[1], E. Correal[1], M. Vicente[3] y F. Alcaraz[4]

[1] Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. La Alberca 30.150. Murcia. Tel. +34-68-366751; Fax: +34-68-366792; Email: Manuel.Erena@carm.es [2] Thader consultoría ambiental. Murcia. Email: thader@ono.es [3] SIGA. D. G. Medio Natural. Murcia. Email: Mariano.vicente@carm.es [4] Universidad de Murcia. Facultad de Biología, Departamento de Biología Vegetal. Email: falcaraz@um.es

Resumen

En este trabajo se presenta la cartografía base de recursos pastables que el equipo de Murcia ha realizado en el ámbito del proyecto SEEP-INIA sobre "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles". Para establecer las unidades básicas se ha utilizado el campo nivel-1 de la cobertura IFN330 del Mapa de Vegetación del III Inventario Forestal Nacional. Una vez delimitadas las grandes unidades de uso (forestal, agrícola e improductivo) se ha procedido a analizar la parte agrícola con más detalle mediante los campos uso, sobrecarga y código definidos en el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos 2.001 a escala 1:50.000 elaborado por el MAPA. Para el análisis de las formaciones forestales se ha tenido en cuenta la información aportada por el Mapa de Vegetación Actual de Murcia y la Cartografía Nacional de Hábitat en lo referente a especies acompañantes y grado de cobertura; adicionalmente, se ha realizado una revisión mediante fotointerpretación de las ortofotos del SIG Oleícola del MAPA obtenidas a partir de un vuelo realizado entre Octubre de 1997 y Enero de 1998.

Palabras clave: Sistemas de Información Geográfica, pastos naturales, pastos de origen agrícola.

Introducción

Los trabajos realizados para elaborar esta comunicación se enmarcan dentro del proyecto de la SEEP sobre "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles" financiado por el INIA en colaboración con las CCAA, para la elaboración a nivel nacional de una cartografía de los recursos pascícolas y su valoración (producción, calidad, estacionalidad, etc.). De gran ayuda han sido también la metodología general desarrollada en el trabajo de Broca *et al.*, 2.001.

Material y métodos

Para la elaboración de esta cartografía se ha partido del III Inventario Forestal Nacional (IIIFN), a escala 1:200.000, de la Dirección General para la Conservación de la Naturaleza (DGCONA). El II IFN presentaba problemas en la topología de la cobertura recibida y su calidad en la delimitación de las unidades era mucho menos precisa, por lo que se optó por el III IFN para la delimitación directa de las diferentes unidades forestales, agrícolas e improductivas.

El proceso de trabajo realizado se puede resumir en las siguientes fases:

Fase 1. Delimitación de unidades directamente del III IFN

La primera fase consistió en la selección de la información del III Inventario Forestal Nacional que directamente podría utilizarse en el mapa. De esta forma se han determinado las siguientes unidades: Improductivo, Superficie agrícola, Humedal y agua, Pasto con arbolado denso, Pasto con arbolado ralo.

Las unidades de pastos arbolado obtenidas mediante este trabajo han sido las siguientes:

Pasto con arbolado denso: Incluye las unidades con cobertura de copas de árboles > del 20 %.

Pasto con arbolado ralo: Incluye las unidades con cobertura de capas de árboles entre el 5 y el 20 %.

Fase 2. Delimitación de unidades de pastos arbustivos y pastos herbáceas

A partir de aquí sólo quedaba por analizar la superficie forestal no arbolada, fundamentalmente matorrales de distinta índole y pastizales.

Para el análisis de estas formaciones vegetales se ha tenido en cuenta la información aportada por el Mapa de Vegetación Actual (Alcaraz *et al.*, 2000) y la Cartografía Nacional de Hábitat, ya que no fue posible obtener los datos básicos del Inventario Forestal Nacional (especies acompañantes y grado de cobertura). Para la determinación de algunas unidades (en especial espartizales) se ha utilizado el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos. Toda esta cartografía se revisó con la ortofoto del SIG oleícola del año 1997-98, y con una escena Landsat 7 de Julio del año 2.001 que cubre toda la Región, procesada en forma de una composición de color RGB de las bandas 453. Adicionalmente, se han aplicado criterios biogeográficos y bioclimáticos -de los que se tienen un buen conocimiento en el ámbito regional-, para obtener una delimitación muy precisa de los grandes tipos de pastos en la Región (los números colocados delante de las asociaciones fitosociológicas hacen referencia a los códigos de los hábitats incluidos en la directiva 42/93).

Las unidades de pastos arbustivos y herbáceos obtenidas han sido las siguientes:

• **Pastos arbustivos de alta montaña**: incluye los matorrales espinosos dominados por *Erinacea anthyllis* y *Ptilotrichum spinosum*. Básicamente se trata de los hábitats 309089 *Scabioso turolensis-Erinaceetum anthyllidis* y 3090B2 *Erinaceo anthyllidis-Genistetum longipedis*.

• **Pastos arbustivos permanentes de zonas subdesérticas**: incluyen comunidades poco degradadas en zonas semiáridas o áridas, dominadas por *Periploca angustifolia, Maytenus senegalensis, Tetraclinis articulata, Ziziphus lotus*. Los hábitats que intervienen son 422013 *Ziziphetum loti*, 857011 *Arisaro-Tetraclinidetum articulatae*, y 857012 *Mayteno-Periplocetum angustifoliae*.

• **Pastos azonales**: incluyen las comunidades ligadas a sustratos especiales. En nuestra zona se ha cartografiado solamente matorral halófilo y nitrohalófilo. Las comunidades pertenecen a 142023 *Frankenio corymbosae- Arthrocnemetum macrostachyi*, 142032 *Cistancho luteae-Arthrocnemetum fruticosi*, 143011 *Atriplicetum glauco-halimi*, 143012 *Atriplici glaucae- Suaedetum pruinosae*, 143014 *Salsolo oppositifoliae-Suaedetum verae*, 143015 y *Soncho-Salsoletum vermiculatae*.

• **Pastos seriales de alto nivel evolutivo**: matorrales que sustituyen a comunidades arboladas, que corresponden a etapas evolucionadas dentro de sus series de vegetación. También se incluyen matorrales climácicos de las zonas semiáridas mesomediterráneas. Incluye las asociaciones fitosociológicas 421014 *Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae*, 433527 *Rhamno lycioidis-Genistetum murcicae*, 433531 *Genistetum valentinae*, 856112 *Juniperetum phoeniceo-thuriferae*, y 856132 *Rhamno lycioidis-Juniperetum phoeniceae*.

• **Pastos seriales de bajo nivel evolutivo**: incluye las etapas de degradación de los matorrales seriales de alto nivel evolutivo. La diversidad de estas formaciones en la Región es muy alta debido al gran número de endemismos existente. Se agrupan aquí romerales, tomillares, aliagares, salviares, albaidares. En la Región todos estos matorrales se encuentran incluidos en la clase *Rosmarinetea*. Las asociaciones implicadas son 433412 *Anabasio hispanicae-Salsoletum genistoidis*, 433413 *Limonio insignis-Salsoletum genistoidis*, 433414 *Salsolo papillosae-Limonietum carthaginensis*, 433422 *Saturejo canescentis-Thymetum hyemalis*, 433425 *Teucrio lanigeri-Sideritidetum ibanyezii*, 433431 *Anthyllido cytisoidis-Phlomidetum crinitae*, 433432 *Anthyllido subsimplicis-Thymetum antoninae*, 433433 *Thymo funkii-Anthyllidetum onobrychioidis*, 433434 Comunidad de *Thymus membranaceus* y de *Sideritis bourgaeana*, 433442 *Saturejo canescentis-Cistetum albidi* y 433443 *Stipo tenacissimae-Sideritidetum leucanthae*.

• **Pastos xero-mesofíticos** de vivaces y anuales: abarcan los espartizales, albardinales y lastonares. Debido a su pequeña extensión no se han tenido en cuenta otro tipo de pastizales. Los hábitats incluidos son 522077 *Pilosello capitatae-Brachypodietum retusi*, 522079 *Ruto angustifoliae-Brachypodietum retusi*, 52207B *Teucrio pseudochamaepityos-Brachypodietum retusi* y las asociaciones fitosociológicas *Helictotricho-Stipetum tenacissimae* y *Lapiedro-Stipetum tenacissimae*.

• No se ha detectado la categoría de ***Pastos Mesofíticos***, al no existir manchas de entidad suficiente para ser cartografiadas a la escala de trabajo.

Dentro de los tipos de pastos, la adscripción a uno u otro tipo se ha realizado basándose en la cobertura estimada de las formaciones, de acuerdo a los siguientes criterios:

Cobertura arbórea > 20 %.....Pasto con arbolado denso
Cobertura arbórea 5-20 %.....Pasto con arbolado ralo
Cobertura arbórea < 5 %.....Pasto no arbolado
Cobertura matorral tipo x > 20 %.....Pasto arbustivo tipo X
Cobertura matorral tipo x 10-20 % .....Pasto arbustivo tipo X (si cobertura leñosas > cobertura herbáceas)
Cobertura matorral tipo x 10-20 % .....Pasto herbáceo tipo X (si cobertura leñosas < .....cobertura herbáceas)
Cobertura general < 10 % .....Improductivo

Fase 3. Delimitación de tipos de cultivos

Se ha realizado a partir del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos (MCA) 1:50.000 del MAPA correspondiente al año 2.001. En las zonas cultivadas se ha dado prioridad a la información del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos. Existen algunas unidades complejas que se han resuelto de la siguiente forma:

CODIGO MAPA DE CULTIVOS Y APROVECHAMIENTOS 2001	*CARTOGRAFIA DE PASTOS*
PH	Pasto con arbolado denso
PH (R)	Pasto con arbolado denso
PH (L20 ó mayor)	Pasto con arbolado denso
PH (F20 ó mayor)	Pasto con arbolado denso
PH (R) + M(30)	Pasto con arbolado denso
PH + otra especie arbórea (Ol, Eu, ...)	Pasto con arbolado denso
PO	Pasto con arbolado denso
PPR	Pasto con arbolado denso
Ql	Pasto con arbolado denso
ES/PH > 20	Pasto con arbolado denso

CODIGO MAPA DE CULTIVOS Y APROVECHAMIENTOS 2001	*CARTOGRAFIA DE PASTOS*
EUR	Pasto con arbolado denso
M/PH	Pasto con arbolado denso
M/PH (R)	Pasto con arbolado denso
M + PH ≥ 20	Pasto con arbolado denso
OE/PH ≥ 20	Pasto con arbolado denso
P/PH ≥ 20	Pasto con arbolado denso
M/JTH (30)/JT-(20)	Pasto con arbolado denso
M/PH 5-15	Pasto con arbolado ralo
M/PL (10)	Pasto con arbolado ralo
M/QI (10)	Pasto con arbolado ralo
M+ PH 5-15	Pasto con arbolado ralo
P/PH 5-15	Pasto con arbolado ralo
P/M (20)/PH 5-15	Pasto con arbolado ralo
M/Jt	Pasto con arbolado ralo
M	Pasto arbustivo serial de bajo nivel evolutivo
M/cultivos arbóreos (Al, Ol, ..) < 20	Pasto arbustivo serial de bajo nivel evolutivo
M+I	Pasto arbustivo serial de bajo nivel evolutivo
ES/QI	Pasto herbáceo xero-mesofíticos
P	Pasto herbáceo xero-mesofíticos
LB/QI + ES (40)	Cereal
OE	Olivo
P+OI (30)+L (30)	Olivo
M/cultivos arbóreos (Al, Ol, ...) > 20	Almendro
M+AG 20	Almendro

Para las superficies agrícolas se ha aplicado la siguiente equivalencia:

USO / SOBRECARGA / CODIGO MAPA CULTIVOS Y APROVECHAMIENTOS 2001	*CARTOGRAFIA DE PASTOS*
U1 / S3 / LI, NJ, MD, PM, Asociaciones	Agrios
U2 / / L, Asociaciones	Cereales
U1 / S2 / H, CH, Asociaciones	Hortícolas
U1, U3, U19 / S4 /ME, CI, AB, MA, PE, Asociaciones	Frutales
U4, U6 / S5 / OL, Asociaciones	Olivo
U5, U19 / S6 / V, Asociaciones	Viñedo
U1, U3, U19 / S4 / AL, Asociaciones	Almendro
U1 / S2 / CF, Asociaciones	Cultivo forzado

Las unidades de aprovechamiento pascícola de las zonas agrícolas delimitadas en este trabajo, y los principales recursos forrajeros que aportan, son las siguientes:

Cereales: Rastrojeras y riciales de verano y otoño. Las principales especies son: cebada, trigo y avena. También incluye las tierras de labor de secano en barbecho.

Hortícolas: Restos de cosechas. Las principales especies son: lechuga, alcachofa, brócoli, melón, tomate aire libre y haba verde. También incluye las tierras de labor de regadío en barbecho.

Agrios: Restos de poda, excedentes de cosecha y pulpa. Las principales especies son: limonero, naranjo, mandarino y pomelo.

Frutales: Restos de poda, excedentes de cosecha y estrato herbáceo. Las principales especies son: melocotonero, albaricoque, ciruelo y peral.

Olivo: Restos de poda fundamentalmente, y pastoreo del estrato herbáceo.

Viñedo: Pastoreo de pámpanos de la vid en otoño después de la cosecha, y pastoreo del estrato herbáceo en invierno.

Almendro: Pastoreo en invierno del estrato herbáceo, restos de poda y cáscaras. Incluye también las asociaciones de almendro con otros frutales en secano, especialmente olivo, algarrobo, viñedo y albaricoque.

Cultivo forzado: Restos de cosechas. Las principales especies son: tomate y pimiento.

Para el detalle de los cultivos se ha tomado como referencia la Estadística Agraria del año 2000.

Fase 4. Depuración de la cartografía base obtenida

Para la elaboración definitiva de la cartografía se ha realizado un proceso de depuración muy laborioso para poder corregir los problemas encontrados al unir las diferentes capas de información, que de una forma resumida han sido: diferencia en los contactos entre el III IFN y el MCA, errores de codificación de algunos polígonos, eliminación de los polígonos de superficie inferior a 10 ha, eliminación de las líneas de corte de las hojas del MCA.

Resultados y discusión

La Tabla 1 presenta las superficies obtenidas diferenciando los grandes grupos en función del Nomenclator de pastos Ferrer *et al.*, 2001. La distribución espacial de las diferentes unidades puede verse en la Fig. 1.

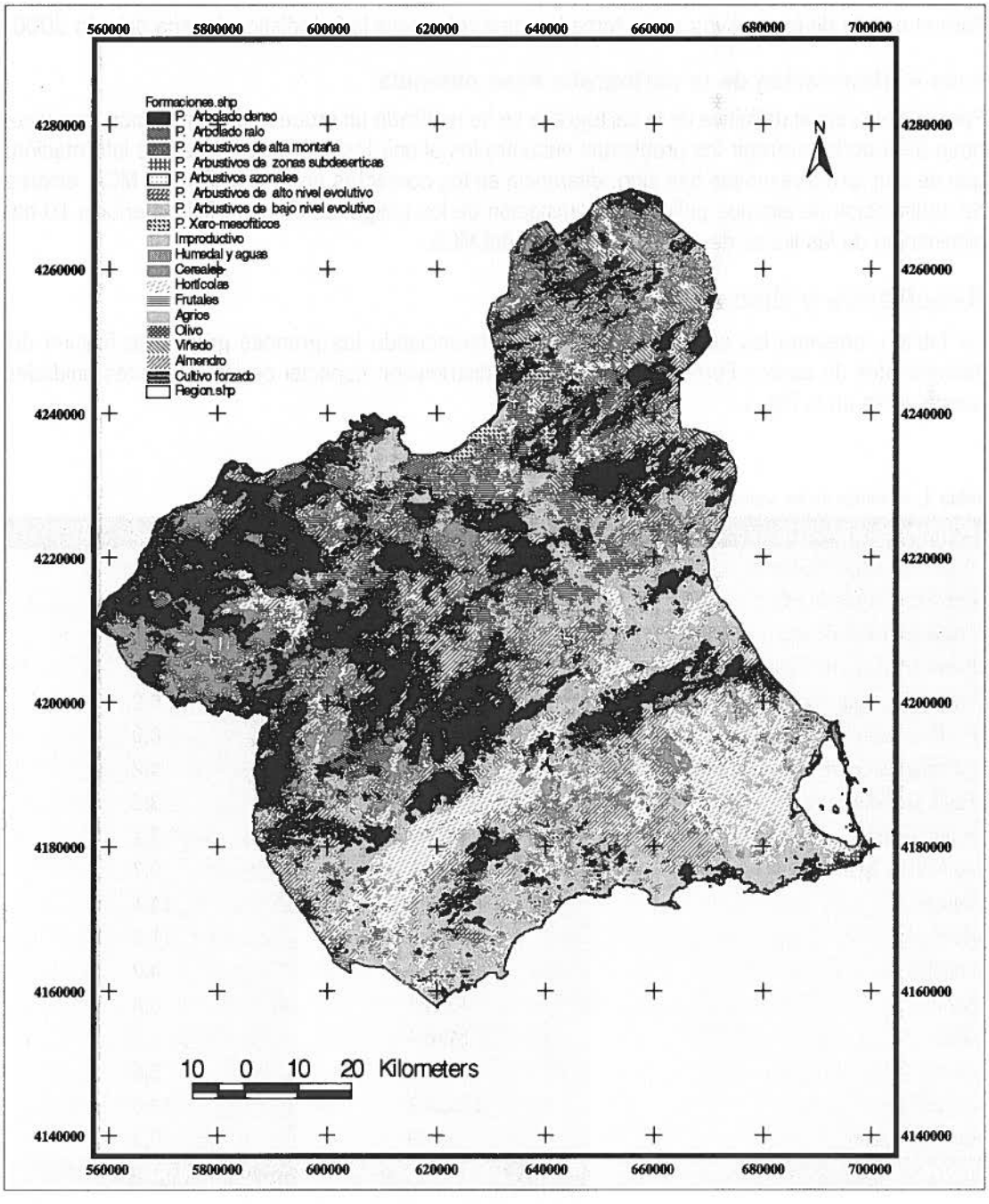
Tabla 1: Resumen de las superficies obtenidas para las diferentes formaciones.

FORMACION PASTOS	SUPERFICIE (ha)	%
Pasto con arbolado denso	265.238	23,4
Pasto con arbolado ralo	38.626	3,4
Pasto arbustivo de alta montaña	1.253	0,1
Pasto arbustivo de zonas subdesérticas	1.747	0,2
Pasto arbustivo azonal	2.440	0,2
Pasto arbustivo de alto nivel evolutivo	3.624	0,3
Pasto arbustivo de bajo nivel evolutivo	160.807	14,2
Pasto xero-mesofíticos	35.840	3,2
Improductivo	35.399	3,1
Humedal y agua	8.476	0,7
Cereales	159.659	14,1
Hortícolas	131.410	11,6
Frutales	48.400	4,3
Agrios	43.323	3,8
Olivo	14.624	1,3
Viñedo	40.563	3,6
Almendro	135.563	12,0
Cultivo forzado	5.243	0,5
TOTAL	1.131.390	100

Conclusión

Gracias a la disponibilidad de datos de gran calidad gráfica y a la metodología utilizada en el trabajo, se ha conseguido una cartografía de elevada precisión en la delimitación de las unidades, por lo que será necesario su simplificación para la integración con la cartografía de las regiones limítrofes. Para finalizar es interesante resaltar la alta importancia que tiene en la región los pastos arbustivos de bajo nivel evolutivo con un 14 % del total y los aprovechamientos procedentes de las unidades agrícola principalmente de cereales, cultivos hortícolas y almendro con un 37,7 % del total.

Figura 1: Unidades delimitadas en la cartografía de pastos.



Agradecimientos

Al Instituto Nacional de Tecnología Agraria y Alimentaria (Proyecto OT00-037-C17) y al Banco de datos de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

Referencias bibliográficas

ALCARAZ *ET AL.*, 2000. Mapa de vegetación actual. Mapa digital de Suelos de la región de Murcia. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Murcia.

BROCA A.; FERRER C.; MAESTRO M., 2001. Cartografía preliminar de recursos pascícolas en Aragón. La provincia de Huesca como ejemplo. XLII Reunión Científica de la SEEP.

FERRER, C.; SAN MIGUEL, A.; OLEA, I.., 2001: Nomenclátor básico de Pastos en España. *Pastos* **31(1)**.7-44.

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, 2000. Tercer inventario forestal nacional de Murcia. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, 2002. Cartografía Nacional de Hábitat. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, AGUA Y MEDIO AMBIENTE, 2000. Estadística agraria de Murcia. Secretaría General Técnica. Murcia.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN, 2001. Mapa de cultivos y aprovechamientos 1:50 000. Secretaría General Técnica. Madrid.

CARTOGRAPHY OF PASTURE RESOURCES OF MURCIA REGION (SPAIN)

SUMMARY:

In this paper it is presented a preliminary cartography of the pasture resources elaborated by the Murcia Research Group within the context of the national SEEP-INIA project "Characterisation, cartography and evaluation of Spanish pastures". Firstly, we elaborated a preliminary physiognomic cartography with the information provided by Level-1 of the vegetation map of the 3rd National Forest Inventory (3IFN); from it, the big units were established (forest-rangelands, cultivated agriculture areas and improductive areas). Secondly, to analyse the dominant plant comunities it was used the information provided by the Current Vegetation Map of Murcia, and to inventor secundary species and plant cover, the National Habitat Cartography was used. Thirdly, agricultural areas were analysed using the fields concerning soil use, overcharge (irrigated or drylands) and code (plant species) as defined in the Map of Crops and Land utilization-2001 elaborated at 1:50.000 scale by the MAPA (Spanish Ministry of Agriculture, Fishing and Environment). Additionally, the units mapped were checked by photointerpretation using the ortophotos of the Olive-GIS elaborated by the MAPA during October 1997 and January 1998.

Key words: Geographic Information Systems, rangeland pastures, cultivated pastures.

DELIMITACIÓN DE DISTRITOS GANADEROS EN EL PARQUE NATURAL DE LAS BARDENAS REALES (NAVARRA) MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

V. Ferrer[1], M. Zalba[2], A. Leránoz[2], L. Albizua[2], A. Urmeneta[3] y M. Donezar[4]

[1] Consultoría de Estudios y Proyectos de Pastizales. C/ Batondoa, 3. 31600 Burlada. [2] Trabajos Catastrales, S.A. Carretera del Sadar s/n. Edificio "El Sario". 31006 Pamplona. [3] Comunidad de Bardenas Reales. C/ San Marcial, 19. 31500 Tudela. [4] Sección de suelos y Climatología. Gobierno de Navarra. Calle Monasterio de Urdax, 28, 8º. 31011 Pamplona.

Resumen

El Parque Natural de Bardenas Reales constituye la base territorial de un importante número de explotaciones ganaderas de la Ribera Navarra del Ebro y de algunos rebaños trashumantes del Pirineo de la Comunidad Foral. Los modos de explotación actual han supuesto entre otros la degradación de buena parte de la superficie ocupada por los recursos naturales. Con el objeto de ordenar racionalmente la utilización de los recursos pascícolas favoreciendo sistemas de explotación rentables, el órgano gestor del Parque se plantea la zonificación del territorio en Distritos Ganaderos. Para tal fin se ha desarrollado un proyecto cuyo procedimiento metodológico se ha basado en la aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG). En esta comunicación se expone el planteamiento general del trabajo y se presentan los primeros resultados obtenidos.

Palabras clave: Ordenación de recursos pascícolas, valoración forrajera, zonificación territorial, SIG.

Introducción

El Parque Natural de las Bardenas Reales es un extenso territorio de 41 800 ha situado en el sureste de la Comunidad Foral de Navarra, en la depresión central del Valle del Ebro. La ganadería ha constituido tradicionalmente uno de los principales usos de este espacio. Los recursos pastables, de características ecológicas y forrajeras dispares, son utilizados en diferentes épocas del año por hasta aproximadamente 100 000 cabezas de ganado, fundamentalmente de ovino, procedentes de 164 explotaciones.

El actual sistema de explotación de los recursos ha tenido una serie de consecuencias tanto desde el punto de vista de la conservación de los hábitats como de los aspectos relacionados con la rentabilidad de las explotaciones. La elevada concentración de ganado en determinadas épocas del año, la escasez de recursos de calidad en otras y, en definitiva, la realización de un pastoreo poco racional con cargas ganaderas instantáneas desequilibradas en el espacio y en el tiempo, ha traído como resultado la degradación de la cubierta vegetal con el inicio, en ocasiones y en ciertas áreas, de importantes y severos fenómenos erosivos. La erosión es un fenómeno ya de por si de gran magnitud en el Parque dada la aridez del clima y los materiales blandos de gran vulnerabili-

dad que conforman el sustrato litológico (arcillas, limos y areniscas). Por otro lado, la concentración descontrolada de rebaños de procedencias dispares en las mismas áreas pastables supone un alto riesgo de transmisión de enfermedades parasitarias e infecciosas.

Con el objeto de ordenar racionalmente la utilización de los recursos, la Comunidad de Bardenas Reales, órgano gestor del territorio, redactó en 1997 el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales. Tal documento recoge los objetivos y propuestas de actuación en materia de ganadería, entre los que se encuentra *"fomentar la utilización de prácticas ganaderas compatibles con la conservación de los importantes valores de flora, fauna y paisaje de la Bardena, además de conservar los suelos y la diversidad"*.

La Comunidad de Bardenas entiende que la obtención de estos objetivos pasa por dividir el territorio en una serie de Distritos Ganaderos individualizados, entendiendo por tales a la superficie capaz de cubrir las necesidades nutritivas de un rebaño de 600-650 cabezas de ganado ovino (o su equivalente en vacuno) de forma continua, sostenida y rentable sin que se produzca degradación del medio ni de los recursos.

El objetivo del proyecto, cuyos primeros resultados se incluyen en la presente comunicación, ha sido la delimitación con criterios objetivos de Distritos Ganaderos en las Bardenas Reales mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica.

Material y métodos

La metodología utilizada se ha fundamentado en tres fases consecutivas:

1. Recopilación, integración y análisis de la información existente sobre las Bardenas Reales en referencia al proyecto planteado.
2. Valoración pascícola del territorio.
3. Procesamiento de la información y delimitación de los Distritos Ganaderos definitivos mediante una herramienta SIG.

Recopilación, integración y análisis de la información existente.

El enfoque dado al proyecto y los métodos utilizados son posibles, en gran parte, gracias a la amplia información territorial existente sobre las Bardenas Reales. Dicha información ha sido elaborada por el Gobierno de Navarra, fundamentalmente por el Servicio de Estructuras Agrarias (S.E.A).

Los documentos cartográficos utilizados han sido:

- Mapa digital de Cultivos y Aprovechamientos de Navarra a escala 1/25 000 (S.E.A., 1999).
- Mapa digital de Series de Vegetación a escala 1/25 000 (S.E.A., 2002).
- Mapa digital de Suelos a escala 1/25 000 (S.E.A., 1998).
- Base de Datos Catastral del Servicio de Riqueza Territorial del Departamento de Economía y Hacienda del Gobierno de Navarra, a escala 1/5000 y actualizada a fecha de 2002.
- Ortofoto digital a escala 1/5000 en color, del Departamento de Obras Públicas del Gobierno de Navarra.
- Modelo Digital del Terreno del Instituto Geográfico Nacional (25 m).
- Mapa Topográfico digital a escala 1/5000 del Departamento de Obras Públicas del Gobierno de Navarra.

– Mapa Topográfico digital a escala 1/25 000 del Instituto Geográfico Nacional.

A su vez, la Comunidad de Bardenas Reales dispone de un gran volumen de datos perfectamente estructurados en un SIG que han sido de gran utilidad en el desarrollo del proyecto. De entre ellos se han utilizado las siguientes capas de información:

– Localización de construcciones ganaderas (cabañas y corrales).

– Ubicación de puntos de abrevada (balsas y abrevaderos).

– Descripción de vías de comunicación (cañadas, carreteras y caminos).

– Territorios incluidos en figuras de protección (reservas naturales, ZEPAS, etc.).

Valoración forrajera del territorio.

Dado el objetivo del proyecto ha sido necesario elaborar una capa específica de información gráfica y alfanumérica relativa a la valoración forrajera de los recursos pastables presentes en el Parque Natural.

Tal valoración se ha efectuado a partir de la información que sobre los usos actuales del territorio aporta el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de Navarra (S.E.A., 1999) y ha consistido en la determinación del valor forrajero de los recursos naturales y agrícolas, expresado en términos energéticos (UF/ha/año).

En el caso de los recursos naturales, dicho valor se ha calculado mediante el método fitológico del Valor Pastoral de Daget y Poissonet (1972). El índice del Valor Pastoral y su posterior transformación en unidades energéticas se ha obtenido a partir de inventarios realizados sobre el terreno. La metodología aplicada ha sido la utilizada en el proyecto de "Tipificación, valoración forrajera y cartografía de los recursos pascícolas de Navarra" (Ferrer, 1999).

Como paso previo a la valoración de los recursos agrícolas (rastrojos), y tomando como base el mapa de suelos (S.E.A., 1998), los 18 tipos de suelo sobre los que se asientan las áreas cultivadas en secano se han clasificado en cuatro categorías en función de su potencial productivo. Para cada clase se ha estimado posteriormente su valor forrajero (UF/ha/año). Para ello se han considerado los datos aportados en diversos trabajos sobre los constituyentes de las rastrojeras (Valderrábano, 1998, Ferrer y Mangado, 2001 y Salvatierra, 2002).

A partir del valor forrajero de los diferentes recursos se ha calculado el correspondiente a cada recinto del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos. Dicho valor se obtiene de manera directa con la utilización de una aplicación informática diseñada a tal efecto en la que, mediante la visualización del citado mapa sobre ortofoto a escala 1/5 000, se introducen los datos relativos a los tipos de uso presentes en cada recinto y su porcentaje de cobertura (Figura 1).

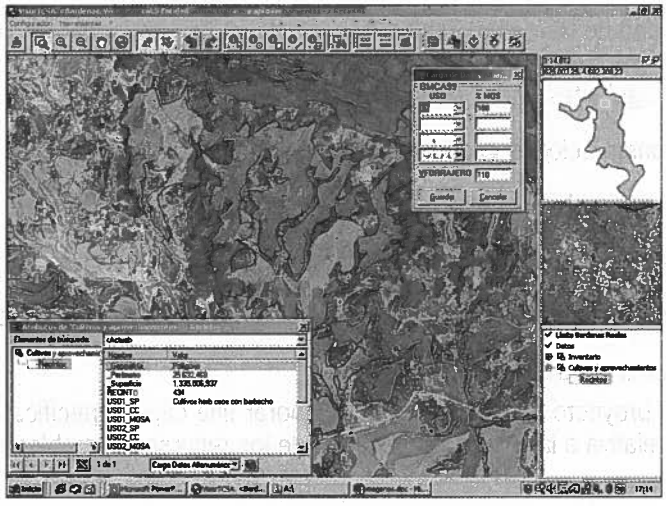
Procesamiento de la información y delimitación de los Distritos Ganaderos definitivos mediante una herramienta SIG.

La delimitación de los Distritos Ganaderos se ha realizado mediante la superposición, análisis y tratamiento de todas las capas de información recopiladas y de las elaboradas expresamente en el proyecto. Para ello se ha utilizado la herramienta comercial ARCMAP de ESRI así como desarrollos específicos.

El procedimiento ha sido el siguiente:

– *Elaboración del mapa base del valor forrajero del territorio*: la cartografía se ha elaborado a partir del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de Navarra (E 1/25 000) según la metodología descrita en el apartado anterior.

Figura 1: Aplicación informática desarrollada para la introducción de datos y el cálculo del valor forrajero de las unidades cartográficas.



– *Delimitación de áreas que deben ser excluidas de la valoración pascícola*: se trata de aquellas áreas que deben excluirse al pastoreo por criterios medioambientales, legales o de accesibilidad. En este sentido, se han excluido las siguientes áreas: zonas protegidas en las que el pastoreo está limitado; áreas que por su uso militar tampoco pueden ser utilizadas (en el territorio existe un polígono de tiro con exclusión total al pastoreo); zonas en las que por su pendiente o riesgo de erosión deben también excluirse al ganado. En este sentido, se ha considerado como no pastables las zonas con pendientes superiores al 20%, las cuales han sido delimitadas mediante las herramientas de análisis espacial propias del SIG utilizando el modelo digital del terreno. A partir de la Base de Datos Catastral se han excluido de igual forma las carreteras (incluida una banda de protección de 3 m) y las cañadas que cruzan el territorio.

– *Establecimiento de la red de límites de los distritos*: los límites de los distritos deben apoyarse en elementos estructurales del territorio que sean estables y de fácil localización. De esta forma, sobre el mapa base de valoración forrajera y una vez eliminadas las áreas de exclusión, se ha representado los límites de referencia para definir los Distritos Ganaderos (áreas de cambio brusco de pendiente, carreteras, cañadas, caminos principales y secundarios, barrancos y límites de parcela).

– *Delimitación de los distritos ganaderos*: en principio un Distrito Ganadero se define por la superficie capaz de cubrir las necesidades nutritivas de los animales manejados por una U.T.H. (600-650 ovejas madres más las corderas de reposición) durante el periodo de disponibilidad de la oferta forrajera (unos 90 días). Consecuentemente, cada Distrito deberá estar formado por una superficie que aporte en conjunto un potencial forrajero de aproximadamente 70 000 UF.año^{-1}.

La superficie concreta de cada Distrito se obtiene por sumatorio del valor forrajero de los recintos del mapa base, una vez excluidos los considerados como no pastables, hasta alcanzar el valor total de referencia. Obviamente se tiene en cuenta a su vez la red de límites geográficos, así como otros aspectos relativos a la forma del distrito ya que debe tender a ser regular para minimizar los desplazamientos.

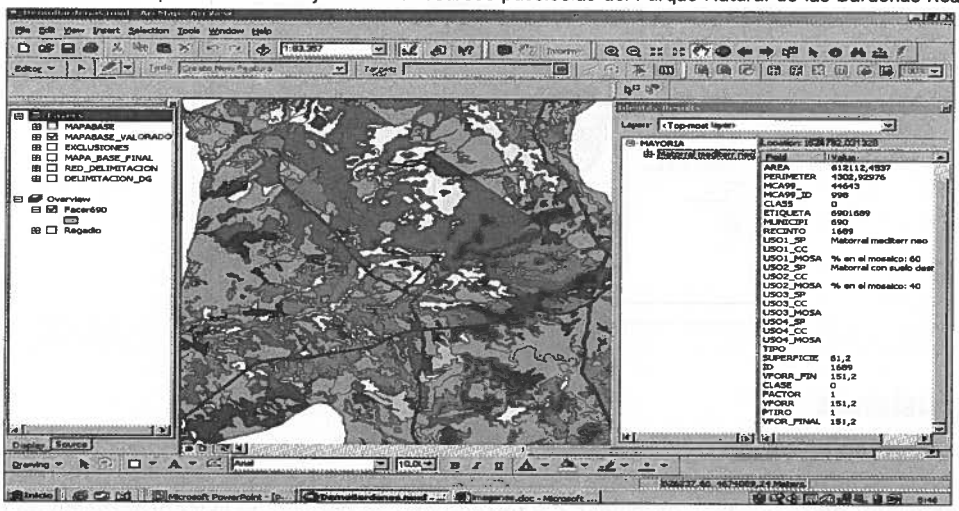
Resultados

Los principales resultados del proyecto han sido los siguientes:

• La elaboración de un mapa con la superficie pastable de las Bardenas Reales y el valor forrajero de las unidades cartográficas diferenciadas (recintos). Dicho mapa lleva asociada una extensa

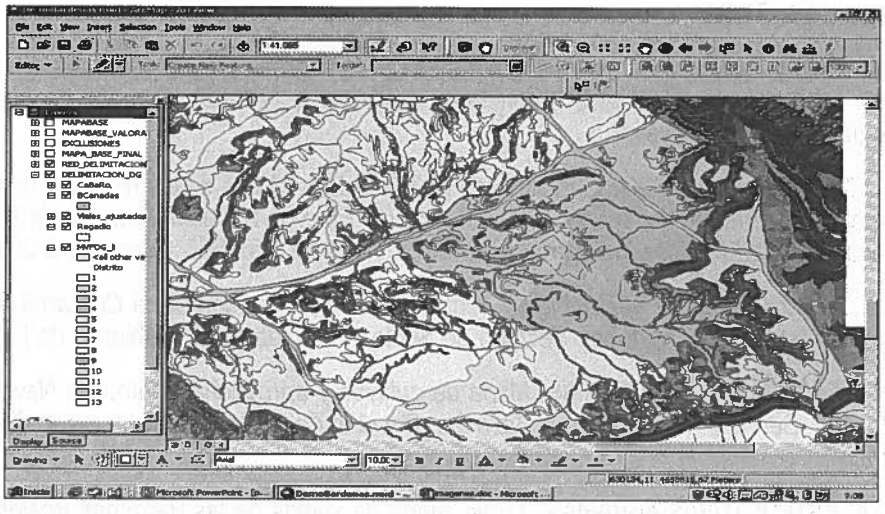
base de datos con información relativa a cada recinto (tipos de recursos y porcentaje de ocupación, superficie, valor forrajero total, etc.) (Figura 2).

Figura 2: Detalle del Mapa del valor forrajero de los recursos pascícolas del Parque Natural de las Bardenas Reales.



• La delimitación de cerca de 80 distritos cuya distribución queda representada en su correspondiente mapa sobre base topográfica a escala 1/25 000 (Figura 3).

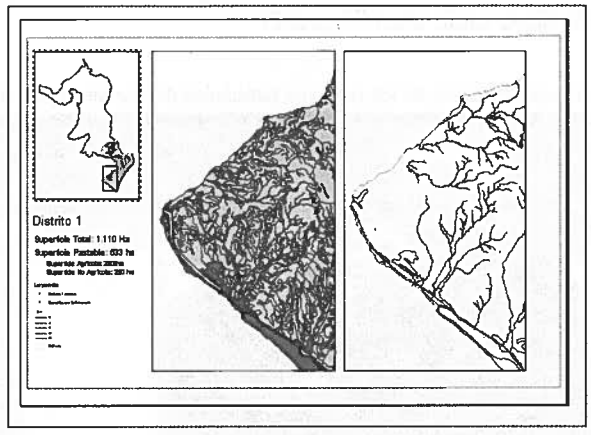
Figura 3: Detalle del Mapa de la delimitación de los Distritos Ganaderos.



• La obtención de abundante información desglosada de cada distrito mediante el proceso de análisis desarrollado con la herramienta SIG.

• La elaboración de fichas descriptivas en las que se recoge de manera sintética las principales características de cada distrito, tanto alfanuméricas (parcelas catastrales contenidas, superficie total del distrito y superficie pastable ocupada por los recursos naturales y agrícolas), como gráficas (localización general en el territorio de las Bardenas Reales, visión general sobre base topográfica, límites geográficos sobre ortofoto, ubicación de corrales y balsas, etc.) (ver ejemplo en la Figura 4).

Figura 4: Ejemplo de ficha descriptiva de un Distrito Ganadero.



Conclusiones

El procedimiento metodológico seguido se ha revelado como una excelente herramienta para la zonificación territorial realizada en este trabajo. Su utilización podrá ser aplicada de igual manera para establecer otras posibles divisiones del terreno que se deriven de la incorporación de nuevas capas de información o de futuros cambios en la utilización del territorio (introducción de alternativas forrajeras en los secanos cerealistas, puesta de superficies en regadío, etc.).

Referencias bibliográficas

DAGET, Ph.; POISSONET, J., 1.972. Un procédé d´estimation de la valeur pastorale des paturages. *Fourrages*, **49**, 31-39.

FERRER, V., 1999. *Tipificación, valoración forrajera y cartografía de los recursos pastables de Navarra: protocolo metodológico*. Servicio de Estructuras Agrarias. Sección de Suelos y Climatología. Gobierno de Navarra.

FERRER, V.; MANGADO, J.Mª., 2001. Evaluación de la oferta pastable de los residuos de cosechas de cereal de invierno en los secanos de la Ribera del Ebro de Navarra. *Actas de la XLI Reunión Científica de la SEEP-I Foro Iberoamericano de Pastos*. pp. 555-561. Alicante, 2.001.

PERALTA, J., 2002. *Series de vegetación y sectorización fitoclimática de la Comarca Agraria VI*. Servicio de Estructuras Agrarias. Sección de Suelos y Climatología. Gobierno de Navarra.

SERVICIO DE ESTRUCTURAS AGRARIAS. *Mapa de cultivos y aprovechamientos de Navarra, escala 1:25.000*. Servicio de Estructuras Agrarias. Sección de Suelos y Climatología. Gobierno de Navarra.

SERVICIO DE ESTRUCTURAS AGRARIAS, 1998. *Mapa de suelos de las Bardenas Reales a escala 1/25 000*. Servicio de Estructuras Agrarias. Sección de Suelos y Climatología. Gobierno de Navarra.

SALVATIERRA, Mª.A., 2002. *Evaluación de la oferta pastable de los residuos de cosecha de cereal de invierno en los secanos de Navarra*. Trabajo fin de carrera. Universidad Pública de Navarra. 72 pp.

VALDERRÁBANO, J., 1991. Utilización de las rastrojeras de cereal por ganado ovino. *Actas de la XXXI Reunión Científica de la SEEP*: 368-372.

USE OF G.I.S. TO ESTABLISH RANGELAND LIVESTOCK BOUNDARIES AT THE BARDENAS REALES NATURAL PARK (NAVARRA)

SUMMARY

Bardenas Reales Natural Park supports an important number of livestock , coming from non-transhumant (Ribera Navarra) and transhumant (Pyrennees) farming systems. Unfortunatelly, the lack of rational grazing managing strategies has degraded any surfaces of natural resources. Because of that, the direction of the Natural Park has planned to establish rangeland livestock areas, as a first step to rationalize grazing use, by using GIS systems. We expose in this paper the general planning work and the first results.

Key words: Grass Value, rangeland livestock areas, GIS.

TIPIFICACIÓN DE LA GANADERÍA DE RUMIANTES DE LA PROVINCIA DE HUESCA, EN FUNCIÓN DE LOS RECURSOS PASTABLES Y FORRAJEROS

A. Broca, O. Barrantes, C. Ferrer y E. Manrique

Dpto. Agricultura y Economía Agraria, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, E-50013 Zaragoza.

Resumen

Se presenta, en el ámbito del Proyecto sobre "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles" (INIA-CCAA), una caracterización, a escala municipal, de la ganadería de rumiantes en función de los recursos pascícolas (de superficies agrícolas y de monte) y de las especies, tipo de producción (carne, leche) y densidad ganadera de todos y cada uno de los municipios de la provincia de Huesca. Para ello se ha realizado un Análisis Cluster Jerárquico, utilizando 78 variables y 202 casos (todos los municipios de la provincia). Se han diferenciado 10 Grupos de municipios, que se describen y se representan cartográficamente.

Palabras clave: Análisis Cluster, Pastos agrícolas, Pastos de monte, Sistemas ganaderos.

Introducción

En el Proyecto sobre "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles" (INIA-CCAA), se prevé también caracterizar los sistemas de explotación ganadera ligados a la tierra y, por tanto, al pastoreo y al uso de forrajes. Como es sabido, sólo se puede hablar de pastos si hay un ganado (o puede haberlo) que los consuma. Por ello, una cartografía de pastos debe llevar implícita una capa de información superpuesta que explique cómo es la ganadería que se beneficia de esos recursos.

El equipo de Aragón responsable del Proyecto citado ha presentado ya la cartografía definitiva de los recursos pascícolas y forrajeros de las superficies agrícolas de la provincia de Huesca (Broca *et al.*, 2002) así como su evaluación (Maestro *et al.*, 2003). Igualmente se ha presentado la tipificación y cartografía fitocenológica de los pastos de monte de esta provincia (Barrantes *et al.*, 2003). En este trabajo presentamos una caracterización, a escala municipal, de la ganadería de rumiantes (vacuno, ovino, caprino) en función de los recursos pascícolas (de superficies agrícolas y de monte) y de las especies, tipo de producción (carne, leche) y densidad ganadera de todos y cada uno de los municipios de la provincia de Huesca. Los monogástricos extensivos son anecdóticos en esta región.

En este trabajo se ha seguido la idea y la metodología de otro ya presentado por Manrique *et al.* (2002), igualmente referido a la provincia de Huesca, pero que utilizó, como variables de los recursos pascícolas, las estadísticas oficiales de los 1-T Municipal 1999 (Departamento de Agricultura de la Diputación General de Aragón). Dichas estadísticas, y en especial en lo que se refiere a los recursos de monte, no se ajustan en absoluto ni a la terminología, ni a los conceptos del "Nomen-

clátor básico de pastos en España" (Ferrer *et al.*, 2001) por lo que, sólo a partir de la tipificación y cartografía realizada por Barrantes *et al.* (2003) ha sido posible abordar definitivamente el problema planteado.

Metodología

Para cada municipio de Huesca se han elaborado 78 **variables** (Tabla 1), concernientes a las superficies ocupadas por los pastos de monte; a las superficies de cultivo; y a la densidad ganadera de ovino, caprino y vacuno (carne y leche). Cada una de las variables ha sido estandarizada en un rango de valores entre 0 y 1. Se ha realizado un Análisis Cluster Jerárquico (método de Ward), mediante el paquete estadístico SPSS 11.0, donde los **casos** a conglomerar representan los 202 municipios de Huesca.

Tabla 1: Variables utilizadas en el Análisis Cluster.

Variables referentes a las superficies de monte	
Se han calculado, para todas y cada una de estas variables, el porcentaje de superficie ocupada con respecto a la superficie total del municipio y a la superficie total del monte. Total 48 variables.	
PASTOS CON ARBOLADO DENSO	PASTOS CON ARBOLADO RALO
Bosques de *Pinus uncinata*	Bosques de *Pinus uncinata*
Bosques de *Abies alba*	Bosques de quejigos
Bosques de *Fagus sylvatica*	Bosques de *Quercus ilex*
Bosques de *Betula pendula*	Bosques de *Juniperus thurifera*
Bosques de quejigos	Bosques y Rep. for. de *Pinus sylvestris*
Bosques de *Quercus ilex*	Bosques y Rep. for. de *Pinus nigra*
Bosques de ribera	Bosques y Rep. for. de *Pinus halepensis*
Bosques y Rep. for. de *Pinus sylvestris* en masas puras	PASTOS ARBUSTIVOS
Bosques y Rep. for. de *Pinus sylvestris* en masas mixtas	Pastos arbustivos de alta montaña
Bosques y Rep. for. de *Pinus nigra* en masas puras	Pastos arbustivos Prepirenaicos
Bosques y Rep. for. de *Pinus nigra* en masas mixtas	Pastos arbustivos y pastizales de la Depresión del Ebro
Bosques y Rep. for. de *Pinus halepensis*	PASTOS HERBÁCEOS
	Pastos de puerto
	Pastizales prepirenaicos

Variables de cultivo
Se ha calculado el porcentaje de la superficie cultivada de cada municipio sobre la superficie total del mismo y se ha asignado este valor, en cada municipio, al "tipo agrícola" correspondiente. Total 9 variables.
Prados y Cultivos forrajeros
Cereales de invierno (rastrojos de verano y barbechos)
Regadío (alfalfa, maíz, praderas y rastrojos de otoño)
Olivo-Almendro (estrato herbáceo bajo olivo-almendro)
Olivo-Almendro y Cereales de secano (estrato herbáceo bajo olivo-almendro, rastrojos de verano y barbechos)
Regadío y Cereales de secano (alfalfa, maíz, praderas, rastrojos de otoño, rastrojos de verano y barbechos)
Cereales y Cultivos forrajeros de secano (rastrojos de verano, barbechos, prados y cultivos forrajeros)
Vid-Fruta dulce (recursos pascícolas muy limitados)
Vid-Fruta dulce y cereales de secano (rastrojos de verano y barbechos)

Variables referentes a la ganadería			
Se han calculado, para todas y cada una de estas variables, la densidad ganadera expresada en cabezas o UGM por km^2 de superficie total, de superficie cultivada y de superficie de monte. Total 21 variables.			
Vacuno lechero (cabezas)	Ovino (cabezas)	Total vacuno (cabezas)	UGM totales
Vacuno de carne (cabezas)	Caprino (cabezas)	Total ovino + caprino (cabezas)	

Resultados y discusión

A partir del Análisis Cluster realizado (Fig. 1) se han obtenido 10 Grupos de municipios, cada uno de los cuales caracterizado por unas peculiaridades en cuanto a sus recursos pascícolas y forrajeros (de superficies agrícolas y de monte) y las características de su ganadería de rumiantes. La expresión cartográfica se refleja en la Fig. 2. Por razones de espacio se han simplificado mucho los rasgos que definen y diferencian los citados Grupos:

Figura 1: Resultado del Análisis Cluster que discrimina 10 Grupos de municipios, en función de los recursos pascícolas y de los sistemas ganaderos.

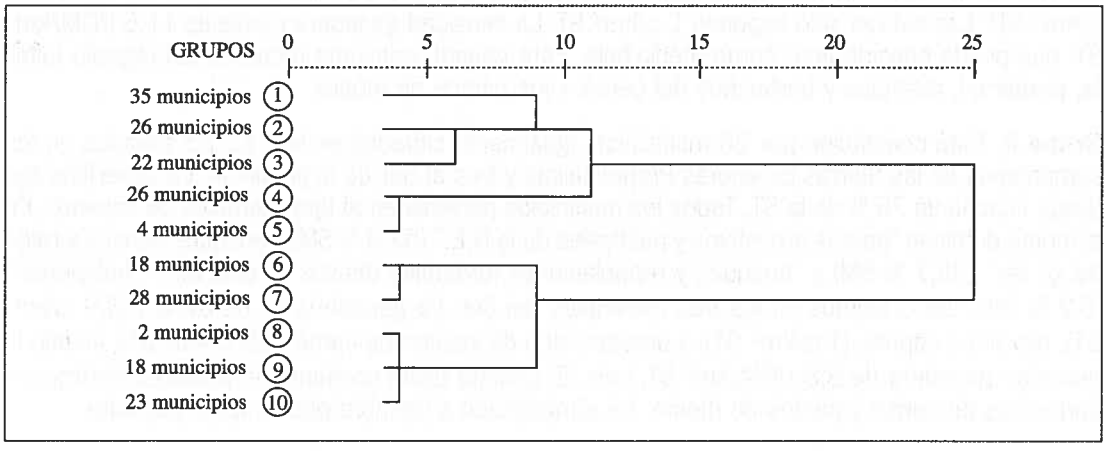
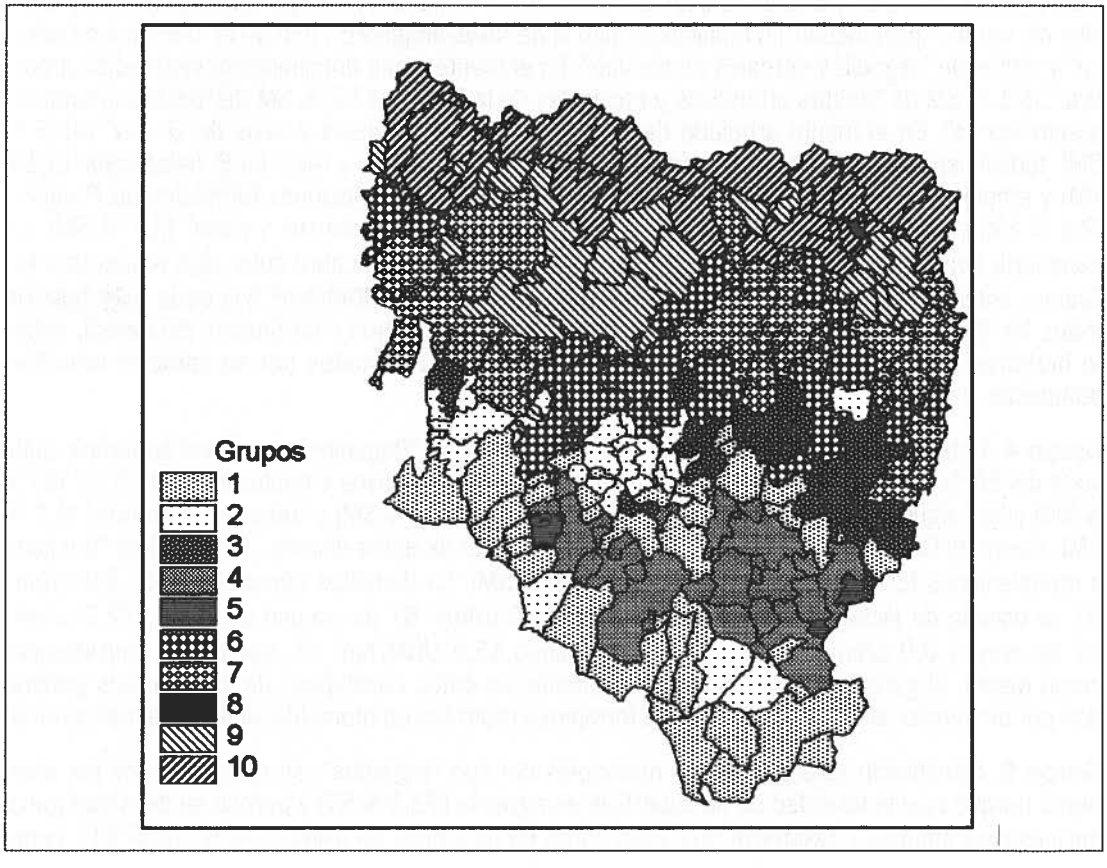


Figura 2: Caracterización y cartografía de los municipios de Huesca (Aragón) en función de los recursos pascícolas y de los sistemas ganaderos (véase Figura 1).



Grupo 1. Está constituido por 35 municipios, todos ellos situados en el tercio Sur de la provincia de Huesca y ubicados en la Depresión del Ebro (D.E.). La superficie cultivada supone una media (a nivel municipal) del 73 % de la superficie total (ST). De los municipios considerados, 27 corresponden al tipo definido como "de regadío y cereales de secano" (Broca *et al.*, 2002), cuatro al tipo "vid-fruta dulce", tres al tipo "vid-fruta dulce y cereales de secano" y uno al de "cereales de secano". El 81,1 % de la superficie de monte (SM) está ocupada por el recurso "pastos arbustivos y pastizales de la D.E.", un 8,5 % de la SM a "bosques y repoblaciones forestales densos de *Pinus halepensis*" y un 3,4 % de la SM a "bosques densos o ralos de *Quercus ilex*". En cuanto a la ganadería, se trata de municipios típicamente de ovino (68 c/km^2 ST) y algo de vacuno de leche (1,2 c/km^2 ST). Las cabras sólo suponen 1 c/km^2 ST. La densidad ganadera media es 11,6 UGM/km^2 ST, que puede considerarse como media-baja. Este ganado consume recursos del regadío (alfalfa, praderas), rastrojos y barbechos del cereal y los pastos de monte.

Grupo 2. Está constituido por 26 municipios, igualmente situados en la D.E.: 23 situados en los somontanos de las Sierras Exteriores Prepirenaicas y tres al Sur de la provincia. La superficie cultivada supone un 76 % de la ST. Todos los municipios pertenecen al tipo "cereales de secano". En el monte dominan "pastos arbustivos y pastizales de la D.E." (52,3 % SM), "bosques densos y ralos de *Q. ilex*" (35,7 % SM) y "bosques y repoblaciones forestales densos y ralos de *P. halepensis*" (6,2 % SM), estos últimos en los tres municipios del Sur. La ganadería es de ovino (53,9 c/km^2 ST), hay poco caprino (1 c/km^2 ST), y aparece algo de vacuno de carne (0,5 c/km^2 ST), siendo la densidad ganadera de 8,8 UGM/km^2 ST, baja. El ganado ovino consume en pastoreo rastrojos y barbechos de cereal y pastos de monte. La alimentación a pesebre puede ser importante.

Grupo 3. Está constituido por 22 municipios, situados unos en los somontanos y otros en las primeras estribaciones de Prepirineo. Se diferencian del anterior por su carácter geomorfológico más agreste, que sólo permite dedicar al cultivo un 44 % de la ST. Al tipo "olivo-almendro y cereales de secano" pertenecen 18 municipios, uno al de "olivo-almendro", uno al de "cereales de secano" y dos al de "regadío y cereales de secano". En el monte sigue dominando la vegetación arbustiva: 35,1 % SM de "pastos arbustivos y pastizales de la D.E." y 11,2 % SM de "pastos arbustivos prepirenaicos". En el monte arbolado destacan los "bosques densos y ralos de *Q. ilex*" (35,5 % SM), todavía aparecen "bosques y repoblaciones forestales densos y ralos de *P. halepensis*" (9,1% SM) y empiezan a verse pequeñas manchas de "bosques y repoblaciones forestales de *P. nigra*" (2,5 % SM) y "de *P. sylvestris*" (2,5 % SM), así como "quejigales densos y ralos" (2,7 % SM). La ganadería dominante sigue siendo de ovejas (35,9 c/km^2 ST). La cabra sube algo respecto a los Grupos anteriores (1,4 c/km^2 ST). La densidad ganadera (5,9 UGM/km^2 ST) es la más baja de todos los Grupos. El ganado consume fundamentalmente rastrojos y barbechos del cereal, estrato herbáceo bajo olivo-almendro y recursos del monte, muy limitados por su carácter arbustivo dominante.

Grupo 4. Está constituido por 26 municipios, todos del tipo "Regadíos" y con una superficie cultivada del 80 % de la ST. En el monte dominan los "pastos arbustivos y pastizales de la D.E." (87,7 % SM) y hay algunos "bosques densos y ralos de *Q. ilex*" (5,6 % SM) y "bosques de ribera" (4,1 % SM), siendo el Grupo que más superficie relativa presenta de estos últimos. También hay "bosques y repoblaciones forestales de *P. halepensis*" (2,3 % SM). La densidad ganadera es de 3,0 c/km^2 ST de vacuno de leche (cifra relativamente alta), 1,5 c/km^2 ST de vacuno de carne, 72,5 c/km^2 ST de ovino y 0,9 c/km^2 ST de caprino, totalizando 15,5 UGM/km^2 ST, que puede considerarse como media. El ganado dispone fundamentalmente, en estos municipios, de los recursos generados por el regadío: alfalfa, praderas, maíz forrajero y rastrojos de otoño (de alfalfa y de maíz-grano).

Grupo 5. Constituido sólo por cuatro municipios del tipo "regadíos", se diferencian de los anteriores porque casi la totalidad de su superficie es agrícola (93,2 % ST) y porque su densidad ganadera es muy alta (33,7 UGM/km^2 ST). Esta carga se distribuye en ovino (174,5 c/km^2 ST), capri-

no (1,3 c/km^2 ST), vacuno de carne (0,4 c/km^2 ST) y vacuno de leche (6,9 c/km^2 ST), presentando este último tipo de ganado la carga más alta de todos los Grupos. La escasa superficie de monte está repartida entre "pastos arbustivos y pastizales de la D.E." (50,2 % SM) y "bosques y repoblaciones forestales de *P. halepensis*" (49,8 % SM).

Grupo 6. Está constituido por 18 municipios, todos ellos en áreas del Prepirineo, con escasa superficie cultivada (31 % ST) y bastante heterogeneidad en cuanto al tipo agrícola: siete municipios son del tipo "cereales de secano", 4 de "olivo-almendro y cereales de secano", uno de "olivo-almendro", tres de "regadío y cereales de secano" e incluso tres del tipo "prados y cultivos forrajeros". Otro denominador común de estos municipios es la elevada extensión que ocupan en el monte los "pastos arbustivos prepirenaicos" (58,8 % SM). En el resto del monte dominan los "bosques y repoblaciones forestales densos y ralos de *P. sylvestris*" (16,9 % SM) y los "bosques densos y ralos de *Q. ilex*" (12,5 % SM). La carga ganadera es media-baja (11,6 UGM/km^2 ST), distribuida en 67,2 c/km^2 ST de ovino, 1,6 c/km^2 ST de caprino, 0,7 c/km^2 ST de vacuno de leche y 0,5 c/km^2 ST de vacuno de carne. Esta ganadería está bastante vinculada al aprovechamiento del monte, si bien también se beneficia de los recursos agrícolas: rastrojos y barbechos del cereal, estrato herbáceo bajo olivo-almendro, alfalfa, praderas e incluso prados.

Grupo 7. Constituido por 28 municipios y también en el Prepirineo, este Grupo se parece mucho al anterior por la heterogeneidad del tipo agrícola: 12 municipios del tipo "cereales y cultivos forrajeros de secano", cinco de "prados y cultivos forrajeros", dos de "olivo-almendro y cereales de secano" y uno de "olivo-almendro". Se diferencia del anterior, sin embargo, por una todavía menor superficie cultivada (20 % ST) y el carácter más forrajero de la misma. En cuanto al monte, también se diferencia del Grupo 7 por ser más heterogéneo: 26,5 % SM de "pastos arbustivos prepirenaicos", 21,5 % SM de "bosques y repoblaciones forestales densos y ralos de *P. sylvestris*", 19,3 % SM de "bosques y repoblaciones forestales densos y ralos de *P. nigra*", 13,9 % SM de "quejigales densos y ralos", 8,6 % SM de "bosques densos y ralos de *Q. ilex*", etc. Incluso hay un 2,9 % SM de "pastos de puerto". La densidad ganadera es algo más baja (9,5 UGM/km^2 ST) que la del Grupo anterior: desciende el vacuno lechero (0,4 c/km^2 ST) y aumenta ligeramente el caprino (1,8 c/km^2 ST).

Grupo 8. Constituido por sólo dos municipios se comentará, por sus características peculiares, una vez descrito el Grupo 10.

Grupo 9. Está constituido por 18 municipios que afectan, salvo uno, a las Sierras Interiores Prepirenaicas, lindando ya con los Altos Valles del Pirineo Axial. El porcentaje de superficie cultivada sobre la ST es muy bajo: 8,1 %; la mayor parte de su superficie es de monte. En cuanto a su carácter agrícola, 14 municipios son del tipo "prados y cultivos forrajeros" y cuatro de "cereales y cultivos forrajeros de secano". En el monte, los "bosques y repoblaciones forestales densos y ralos de *P. sylvestris*" son dominantes (53,5 % SM). El resto está bastante repartido: 8,2 % SM de "quejigales", 12,9 % SM de "pastos arbustivos prepirenaicos", 9,4 % SM de "pastos arbustivos de alta montaña", 6,7 % SM de "pastos de puerto", 3,0 % SM de "pastizales prepirenaicos", 2,3 % SM de "bosques densos de *P. uncinata*", etc. El carácter de "ganadería de montaña" de este Grupo se marca por la importancia del vacuno de carne (5,3 c/km^2 ST), mucho más elevado que en los descritos hasta ahora. La densidad de ovino, en cambio, es media-baja (38,1 c/km^2 ST) y el caprino presenta el máximo valor de todos los Grupos (2,0 c/km^2 ST). La carga ganadera total (11,9 UGM/km^2 ST) resulta discreta, pero el carácter de ganadería "de montaña" queda resaltado si se utiliza la densidad con respecto a la superficie cultivada (SC): 155 UGM/km^2 SC. Gran parte del ovino es trashumante.

Grupo 10. Constituido por 23 municipios, se ubica en los Altos Valles Pirenaicos, fronterizos con Francia. Es la auténtica zona de "ganadería de montaña". La superficie cultivada sólo supone el

4,9 % de la ST y en todos los municipios es del tipo "prados y cultivos forrajeros". En el monte dominan los "pastos de puerto" (39 % SM) y los "bosques y repoblaciones forestales densos y ralos de *P. sylvestris*" (32,2 % SM). Los "pastos arbustivos de alta montaña" suponen el 6,5 % SM. También están representados los "bosques de *P. uncinata*" (7,1 % SM), "de *Fagus sylvatica*" (2,0 % SM), de "de *Betula pendula*" (1,9 % SM), de "*Abies alba*" (1,2 % SM), "quejigales" (3,3 % SM), etc. La carga ganadera es de 8,8 UGM/km^2 ST y de 330,8 UGM/km^2 SC. La distribución es 4,6 c/km^2 ST de vacuno de carne, 24,9 c/km^2 ST de ovino y 1,9 c/km^2 ST de caprino. Los recursos que utiliza el ganado vacuno son los "puertos" en verano y el heno de prados, praderas y alfalfas el resto del año; en épocas intermedias, los pastos de zonas boscosas y arbustivas. El ovino, que pasta los puertos en verano, suele ser trashumante.

Los dos municipios del **Grupo 8** quedan englobados en el Grupo 10 (Fig. 2). Sin embargo, el Análisis Cluster los ha separado y ello se debe a su enorme carga ganadera: 62,5 UGM/km^{2}ST, con 58,4 c/km^2 ST de vacuno de carne. Ello se explica por la ubicación, censada aquí, de una explotación de vacuno con un rebaño de grandes dimensiones que realmente tiene distribuido en otros varios municipios. Evidentemente se trata de una explotación ganadera muy peculiar que, aunque situada "en" la montaña, no responde al modelo "de" montaña. También es curioso señalar otras peculiaridades de este Grupo: el 27,6 % SM está ocupado por "bosques de *Betula pendula*", un 45,8 % SM es de "pastos arbustivos de alta montaña" y sólo el 7,7 % SM son "pastos de puerto".

Conclusiones

El Análisis Cluster se ha revelado como un buen instrumento para caracterizar, a escala municipal, la ganadería de rumiantes (vacuno, ovino, caprino) en función de los recursos pascícolas (de superficies agrícolas y de monte) y de las especies, tipo de producción (carne, leche) y densidad ganadera de los municipios de una región.

Referencias bibliográficas

BARRANTES, O.; ASCASO, J.; BROCA, A.; FERRER, C. 2003. Tipificación y cartografía fitocenológica de los pastos de monte en la provincia de Huesca. En: *Actas de la XLIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.*

BROCA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M., 2002. Cartografía preliminar de recursos pascícolas en Aragón. La provincia de Huesca como ejemplo. En: *Actas de la XLII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 237-243.

FERRER, C; SAN MIGUEL, A.; OLEA, L., 2001. Nomenclátor básico de pastos en España. *Pastos*, **31(1)**, 7-44.

MAESTRO, M.; DELGADO, I.; BROCA, A.; FERRER, C., 2003. Evaluación de los recursos pastables y forrajeros de las superficies agrícolas de la Provincia de Huesca. En: *Actas de la XLIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.*

MANRIQUE, E.; OLAIZOLA, A.M.; CHERTOUH, T., 2002. Los recursos pascícolas como factores de localización de sistemas ganaderos extensivos. En: *Actas de la XLII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 615-620.

RUMINANT FARMING SYSTEMS CHARACTERISATION IN THE HUESCA PROVINCE (SPAIN), ON THE BASIS OF GRAZING AND FORAGE RESOURCES

SUMMARY

A ruminant farming system characterisation is presented, based on grazing resources (agricultural and uncultivated areas), animal species, production type (beef, milk) and livestock densities of all the municipalities of the Huesca province. This characterisation is municipal-scale based. A Hierarchical Cluster Analysis was carried out on 78 variables and 202 cases (all the municipalities of the province). Ten groups of municipalities were obtained. All of them were described and mapped. This results are included in the INIA-CCAA Project "Characterisation, Cartography and Evaluation of Spanish pastures".

Key words: Cluster Analysis, Agricultural grasslands, Uncultivated areas, Farming systems.

LOCALIZACIÓN TERRITORIAL Y PASTOS MELÍFEROS BÁSICOS UTILIZADOS POR LA APICULTURA ARAGONESA

E. Manrique, C. Ferrer, A. Broca y H. Manrique

Dpto. de Agricultura y Economía Agraria, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza (Spain).

Resumen

En el marco del Proyecto: "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles" (INIA-CCAA) se ha elaborado una primera aproximación a la localización de la actividad apícola, a partir de un censo de explotaciones del sector y de diversos indicadores, analizándose su grado de concentración espacial. Asimismo se presenta información sobre la flora melífera básica utilizada, obtenida de una encuesta representativa realizada a 122 explotaciones distribuídas por toda la región.

Palabras clave. Aragón, Flora melífera, Localización espacial, Sistemas apícolas.

Introducción

Las actividades apícolas continúan teniendo interés por su papel productivo tanto directo (Gill, 1989) como indirecto, con su incidencia en la polinización de las plantas entomófilas cultivadas (Pidek y Brozozowski, 2000). A los frutales, a las plantas industriales y forrajeras, etc., se les han señalado incrementos productivos notables con la utilización de colmenas. No obstante, el interés trasciende actualmente a estos aspectos por la contribución de la apicultura a la biodiversidad y a la sostenibilidad del medio natural (Chitra *et al.*, 2000) y a la sostenibilidad socioeconómica del medio rural, en particular por su contribución a las rentas en pequeñas explotaciones (Abibullah y Ismail, 1991)

En España continúan siendo poco conocidos aspectos básicos de las explotaciones y sistemas apícolas. En Aragón el sector apícola presenta una estructura característica y más favorable que en otros países desarrollados. Así, si bien el porcentaje de explotaciones comerciales (2,5 %, con más de 300 colmenas) es semejante al de U.S.A. (2 %) (Hoff y Willett, 1994), el de los apicultores a tiempo parcial (37 % con 50-300 colmenas) es muy superior al 8 % (entre 25 y 300) que señalan estos mismos autores para la apicultura americana.

La presente comunicación pretende ser una contribución al conocimiento de los aspectos básicos citados y se ha desarrollado en el marco del Proyecto "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles" (INIA-CCAA).

Metodología

Los censos apícolas y los indicadores para su análisis se han elaborado a partir de información del Departamento de Agricultura y Medio Ambiente (D.G.A.), Servicios Provinciales y Agrupaciones de Defensa Sanitaria (ADS), así como de otras fuentes oficiales (superficies, población). Corresponden al año 2000.

La fuente de información para el estudio de diversos aspectos de los sistemas apícolas ha sido una encuesta (122 explotaciones) realizada a productores de toda la Comunidad en entrevistas personales que incluía 114 preguntas (sistema técnico, economía, comercialización, pérdidas, etc.). El tamaño de la muestra se calculó a partir de un universo con población finita de 516 explotaciones (>50 colmenas). Para un nivel de confianza del 95% y asumiendo un error del 8 %, se estimaron en 120 las encuestas a realizar por estratos de dimensión. Se realizaron en el año 2001.

Resultados y discusión

El número y distribución de las explotaciones apícolas, así como su densidad se exponen en la Tabla 1.

La mayor proporción de apicultores de la Comunidad se localiza en las comarcas oscenses de la Hoya de Huesca (8,2 %), Somontano de Barbastro (7,8 %) y Monegros (6,5 %); en la turolense de Cuencas Mineras (5,9 %); y en la Ribera Alta (5,3 %) y sobre todo en la de Zaragoza (9,2 %). Considerando el número de colmenas las mayores concentraciones se observan en Zaragoza (9,3 % del total), Cuencas Mineras y Bajo Aragón (7,1 %), Somontano de Barbastro (6,8%), Monegros (5,7%), Ribagorza (5,3 %) y Cinco Villas (5,1 %)

Una información más precisa la proporcionan los indicadores de densidad territorial. (Figura 1). Considerando el número de colmenas/km^2 son las comarcas de Aranda (5,5), Somontano de Barbastro (4,8), Andorra (4,5) y Somontano del Moncayo (4,2) las que presentan la mayor concentración de colmenas con relación al territorio. Por debajo de una colmena/km^2 se encuentran comarcas montañosas de Huesca y Teruel (Jacetania, Sobrarbe, Maestrazgo, Albarracín, etc.) con escasa superficie agrícola; pero otras comarcas de importancia agrícola relativa también presentan bajo este indicador.

Figura 1: Densidad territorial de la apicultura aragonesa.

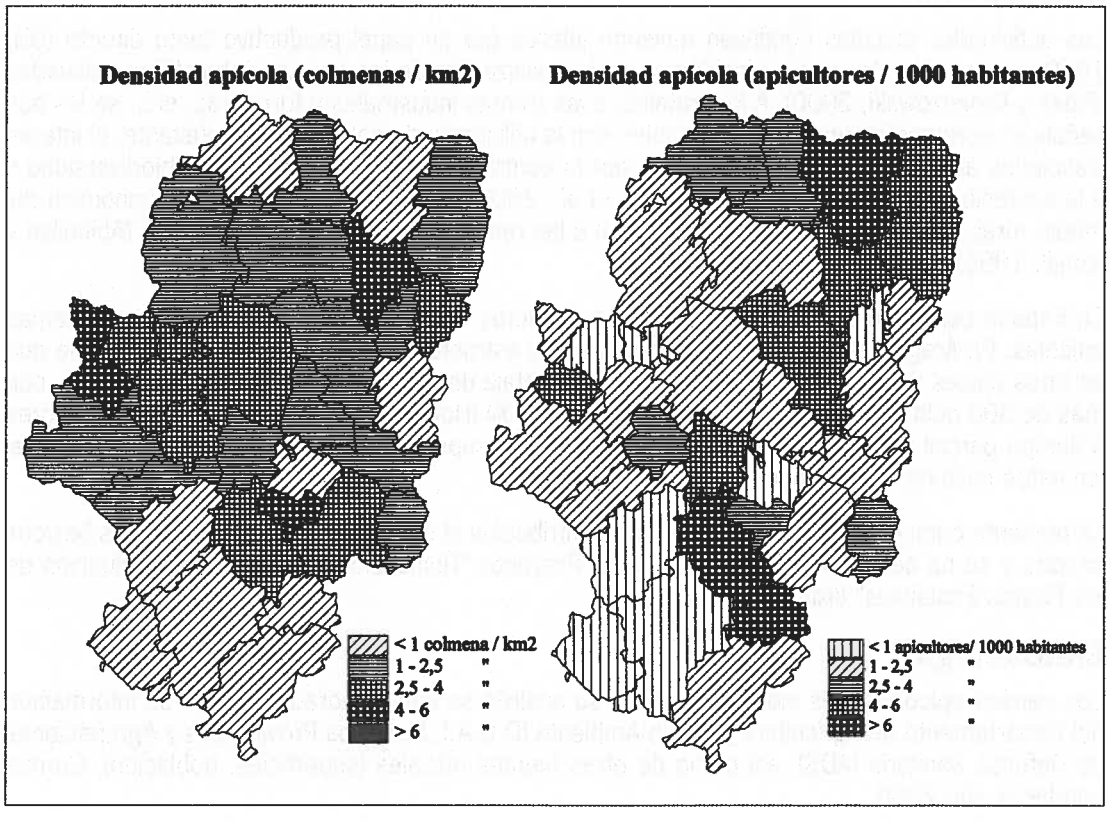


Tabla 1: Distribución y densidad de la actividad apícola en Aragón.

Comarcas	Apicultores Nº	Apicultores %	Colmenas Nº	Colmenas %	Colm./ Apic	Colm./ km²	Apic./ 1000 h.	Colm./ 1000 h.
Jacetania (1)	41	3,2	1003	1,2	25	0,6	2,5	60,5
Alto Gállego (2)	38	2,9	1548	1,9	41	1,1	3,1	127,9
Sobrarbe (3)	42	3,3	1222	1,5	29	0,6	6,2	181,3
Ribagorza (4)	52	4,0	4389	5,3	84	1,8	4,4	368,7
Hoya Huesca (6)	106	8,2	3250	4,0	31	1,3	1,9	57,4
Somontano de Barbastro (7)	100	7,8	5548	6,8	55	4,8	4,5	247,7
Cinca Medio (8)	17	1,3	959	1,2	56	1,7	0,6	34,6
La Litera (9)	40	3,1	2152	2,6	54	2,9	2,1	115,5
Monegros (10)	84	6,5	4683	5,7	56	2,1	4,5	250,0
Bajo Cinca (11)	24	1,9	2420	2,9	101	0,6	1,1	108,5
Bajo Martín (23)	7	0,5	295	0,4	42	0,4	0,9	38,7
Calamocha (25)	10	0,8	746	0,9	75	0,4	0,7	53,0
Cuencas Mineras (26)	76	5,9	5803	7,1	76	3,6	7,2	547,7
Andorra (27)	43	3,3	2143	2,6	50	4,5	4,0	197,4
Bajo Aragón (28)	50	3,9	5869	7,1	117	3,2	1,8	212,2
Teruel (29)	33	2,6	2152	2,6	65	0,7	0,8	50,3
Maestrazgo (30)	30	2,3	610	0,7	20	0,7	12,0	244,0
Albarracín (31)	1	0,1	75	0,1	75	0,1	0,2	16,4
Gudar-Javal. (32)	15	1,2	786	1,0	52	0,3	1,9	101,0
Matarraña (33)	25	1,9	1618	2,0	65	2,2	3,0	192,9
Cinco Villas (5)	55	4,3	4203	5,1	76	1,4	1,7	133,0
Somontano de Moncayo (12)	35	2,7	1922	2,3	55	4,2	2,5	135,8
Campo Borja (13)	13	1,0	2660	3,2	205	3,9	0,9	187,6
Aranda (14)	38	2,9	3066	3,7	81	5,5	4,7	377,3
Ribera Alta del Ebro (15)	10	5,3	1232	1,5	123	3,0	0,5	56,6
Jalón Medio (16)	37	2,9	3669	4,5	99	3,5	1,7	170,7
Zaragoza (17)	118	9,2	7635	9,3	65	2,8	0,2*	11,9*
Ribera Baja del Ebro (18)	17	1,3	1516	1,8	89	1,4	1,9	170,8
Caspe (19)	22	1,7	1591	1,9	72	1,5	1,5	111,52
Calatayud (20)	46	3,6	3622	4,4	79	1,4	1,2	90,9
Campo de Cariñena (21)	25	1,9	1837	2,2	74	2,6	2,5	185,6
Campo Belchite (22)	24	1,9	1553	1,9	65	1,4	4,2	274,1
Campo Daroca (24)	15	1,2	1471	1,8	98	1,2	2,2	216,9
TOTAL	1289	100	82106	100	64	1,7	1,1	69,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Servicios Provinciales y Agrupaciones Defensa Sanitaria. Cifras oficiales de Población. Padrón Municipal 1/1/1999. Real Decreto 3491/2000 (29/12/01). *Sin población de Zaragoza ciudad: 2,3 apic./000 habitantes y 177 colm.abitantes/000 h.

Considerando el papel en relación con los cultivos entomófilos, Rallo (1986) hace referencia a unas cifras mínimas necesarias de 6 colmenas/100 has de superficie agrícola. Aún considerando el carácter orientativo de esta referencia (variaría con el tipo de cultivos, etc.) en Aragón un total de 13 comarcas superarían esta densidad y en particular las de Aranda (26), Alto Gállego y Cuentas Mineras (16), Cinco Villas y Campo de Borja (13) y Maestrazgo (11).

El número de apicultores y de colmenas por 1000 habitantes proporciona una indicación de la importancia socioeconómica y la potencialidad de sostenibilidad social de la apicultura. Tres comarcas montañosas y poco pobladas (Maestrazgo, Sobrarbe, Ribagorza) presentan para el primer indicador cifras altas. Asimismo, en cuanto al segundo, es también elevado en algunas comarcas de montaña con economías deprimidas.

Un número considerable de las explotaciones apícolas encuestadas declaran prácticas de trashumancia; si bien se trata casi siempre de movimientos estacionales cortos de las colmenas en busca de recursos melíferos (Tabla 2). Los desplazamientos sólo en algunos casos van destinados a comarcas alejadas o de fuera de la Comunidad Autónoma. Las explotaciones oscenses son las que en mayor medida practican la trashumancia (66,7 % con el 82 % de las colmenas). El 62% de las explotaciones turolenses (85 % de las colmenas) también trashuman, y entre ellas se encuentran la mayoría de las que practican una trashumancia larga hasta comunidades contiguas o comarcas alejadas. En Zaragoza practican la trashumancia apenas el 39 % de las explotaciones pero con el 73 % de las colmenas. Se trata mayoritariamente de explotaciones grandes y profesionalizadas las que practican la trashumancia.

Desde el punto de vista del pasto utilizado, la casi totalidad de los apicultores aragoneses encuestados utilizan cultivos agrícolas en algún periodo del año. Sólo el 22 % de los encuestados en Zaragoza y el 13,5 % en Teruel utilizaban exclusivamente flora espontánea. En el conjunto de la muestra suponían el 14,8 % del total (18 explotaciones). Otras 41 explotaciones (33,6 % de los encuestados), además de pastos espontáneos, aprovechaban agricultura sólo de secano, fundamentalmente en comarcas de Zaragoza y Teruel y en la mayor parte de los casos, almendro. Otro grupo de 27 apicultores, se ubican exclusivamente en cultivos de regadío (Monegros, Zaragoza, Cinco Villas), que complementaban los pastos espontáneos. Finalmente un numeroso grupo de 36 explotaciones (29,5 %) utilizaban pasto natural y cultivos de secano y regadío.

La vegetación utilizada varía lógicamente en función de la localización de los colmenares y de la época del año. En primavera predominan las referencia a tomillo y romero, almendro, cerezo y naranjo. En verano se citan especies muy variadas de pasto natural y cultivos de alfalfa, esparceta , girasol, veza y naranjo nuevamente. Durante el final de verano y otoño destacan el espliego y de forma más localizada el brezo, ajedrea, etc.; referencias a la encina, en zonas concretas al madroño y cultivos similares al periodo anterior.

Agradecimientos

La investigación que ha dado lugar a esta comunicación fue financiada por el Servicio Provincial Medio Ambiente Zaragoza D.G.A. (OTRI/2001/0353).

Tabla 2: Sistema practicado y pasto utilizado por las explotaciones.

						Flora utilizada		
Comarcas	Explot.	T	Nº colm..	Comarca	Nº cortes	Primavera	Verano	Otoño
La Litera (LT)	1	S	400	LT,CM	2	5,30,35	3,33,35	3,20
	2	S	155	LT	2	5,30,35	3,20,33	20,14
Somontano de	1	S	375	SB	4	5,30,35	3,15,19	3,14,20,44
Barbastro (SB)	2	S	75	SB	2	5,30,35	35,44	14,20
	3	S	600	SB,BC	1	5,30,35	3,35,44	3,20,44
	4	S	300	SB,BC	1	5,30,35	3,35,44	3,20,44
	5	-	50	SB	1	5,30,35	3,16,35	1,17,40,44
	6	-	500	SB	1	5,30,35	15,44	11,17
	7	-	57	SB	1	5,30	15,35,37,44	14,21,44
Monegros (MN)	1	-	120	MN	3	30,35	3,31,35	3,20
	2	-	450	MN	3	30,31,35	31,35,44	3,20
	3	-	95	MN	2	30,35	3,24	-
	4	S	95	MN	5	30,35	3,35,41,44	3,24
	5	S	80	MN	2	30,35	3,34	3,20,34
	6	S	450	MN	4	30,35	3,10,32,44	3,20
	7	S	250	MN	2	30	3,44	17,20,44
	8	S	80	MN	3	30,35	3,44	20,44
Hoya de	1	-	250	HH	4	5,30	3,35,44	3,6,20
Huesca (HH)	2	S	150	Z,HH	-	30	3	3,20,24
	3	-	100	HH	3	5,15,30	11,29,35	14,17,23
	4	-	55	HH	2	5,30,35	15,44	14,17,23,40
	5	S	200	HH	3	5,30,35	16,35,39	1,17,20
	6	S	75	HH,SB,CM	4	5,30,35	3,15,44	3,11,17,20,25
Ribagorza (RI)	1	S	375	RI	1	5,30,35	16,35	3,20
	2	S	325	RI,CM	1	5,30,35	3,16,35	3,8,14,20
	3	S	800	RI,SB	3	5,30,35	3,35,44	8,11,20
	4	S	500	RI,LT,Tarragona	2	5,30	3,15	3,14,20
	5	S	500	CM,LT	2	5,30	3,15,35	3,14,20
	6	S	500	SB,LT	3	5,30	3,7,35	3,8,14,20
Alto Gállego (AG)	1	-	30	HH	2	5,30,35	-	14,17,23
	2	-	80	AG,JC	1	5,35	35	17,20
Bajo Cinca (BC)	1	S	600	BC,SB	4	30,42	3,35,44	3,20
	2	S	600	BC,SB,Soria	4	30,42	3,35,44	3,20
	3	S	450	BC,Tarragona	3	30,35	3,44	3,20,30
	4	-	51	BC	1	5,35,42	3,35,44	3,20,44
	5	S	300	LT,CM	2	5,30,35	3,35,44	3,13,20
Matarraña (MA)	1	S	60	BA,Tortosa	2	5,30,35	3,20,26	3,20,44
	2	S	600	MA,Tarragona, y Castellón	3	5,30	26,35	17
Gúdar-Javalambre (GJ)	1	-	25	GJ	3	5	44	14
Teruel (TR)	1	-	90	TR	3	5,30,42	35	1,14,17
Bajo Martín (BM)	1	S	80	BM	1	17	17	17
Calamocha (CL)	1	S	160	Valencia	2	5,26,30,35	35	1,17
	2	S	250	TR, Tarragona	2	5,30	20,32,35	1,8,14,17
	3	-	70	CL	2	5,35,42	20,39,44	38,44
	4	-	45	CL	1	35,44	32,35,44	1,14
	5	S	420	AL,GJ,Castellón	1	5,30	1,32,35	14,20
	6	-	48	CL	2	35,44	35,44	1,17,20
Andorra (AD)	1	S	40	AD,BM	2	5,30	35,44	18
	2	S	300	MI,AD,BA	1	5,30	35	-
	3	S	400	GJ,Castellón y Tarragona	2	26,30,35	3,9,35	1,8,14
	4	S	80	AD	1	5,30,35,42	17	17
	5	S	50	BM	1	5,30,35	2,15,35	17

continuación

Comarcas	Explot.	T	Nº colm..	Comarca	Nº cortes	Flora utilizada		
						Primavera	Verano	Otoño
Cuencas	1	-	100	AD	1	30	35	14,17
Mineras (MI)	2	-	110	MI	1	5,30	35,44	1,14,17
	3	-	70	MI	1	5,30,35	17,35	14,41
	4	-	60	MI	1	30	35	1,17
	5	S	150	MI	2	5,30	4,16,35	17
	6	S	270	BA	1	5,30,35	20,44	1,14,17
	7	S	750	LT,Tarragona y Castellón	2	5,26,30	1,35	8,17
	8	S	30	MI	2	5,30,42	35	17
	9	-	45	MI	1	4,5,30	35	17
	10	S	150	Castellón	2	5,30	1,26,35	14,17
Bajo Aragón (BA)	1	-	50	BA	1	30,35,44	20,44	20
	2	S	300	BA,MT,MI	2	5,30	35	-
	3	S	380	RI,CV,TR	3	5,30,35	3,15,16,32	3,17,20,27,36
	4	S	300	MI,Huesca y Tarragona	2	2,5,26,30,35	1,35,41	8,14,17
	5	S	225	BA	2	5,27,30	16,19,35	11,17,27
	6	S	380	Huesca	2	5,30,35	3,20,35	14,17,20
	7	-	130	BA	2	5,30,35	44	17
	8	-	30	BA	2	5,30,35	44	17
	9	S	400	MI,Castellón	2	30	17,35	1,17,30
	10	-	130	BA	1	5,30	16,35	1,14,17
	11	S	60	MI	1	30,35	6,39,44	17
Ribera	1	S	20	MN,RB	1	5,30,35	3,22,35	3,14,20
del Ebro (RE)	2	S	850	RB,BA,CS	3	5,30,35	1,17,32,35	8,12,14,20
Cinco Villas (CV)	1	-	24	CV	4	30	3,35	3,20
	2	S	1350	CV,SM,Soria	2	5,30,35	3,35,39	3,17,44
	3	S	90	CV	2	5,30,41	3,34,41	3,17,20
Somontano del	1	-	90	SM	3	5,30,35	32,35,40,44	3,8,14,17,20
Moncayo (SM)	2	S	300	SM,Navarra	3	30,35	17,35	3
Campo de	1	S	150	CB,CV,SM	1	5,30,35	20	-
Borja (CB)	2	S	1800	CB,SM	5	30	35,44	14,17
Aranda (AR)	1	-	60	AR	1	30,35	9,17,44	-
	2	-	140	AR	1	30	35	14,17
	3	-	225	AR	2	30,35	35,41	14,17
	4	S	50	AR,Soria	3	30	35,44	14,17,20
	5	-	80	AR	1	35,44	17,35	14,17
Jalón Medio (JM)	1	S	198	JM,Soria	4	5,30,35	1,17,20,44	-
	2	-	60	JM	2	5,30,35	35,44	20

continuación

Comarcas	Explot.	T	Nº colm..	Comarca	Nº cortes	Flora utilizada		
						Primavera	Verano	Otoño
Zaragoza (Z)	1	-	60	Z	3	30,44	3,35	3,44
	2	-	85	Z	2	30,35	35,44	20
	3	-	50	Z	3	30,35,44	3,20,24	44
	4	-	50	Z	2	30,35	3,32,43	3,44
	5	-	130	Z	2	30,35	43	-
	6	S	90	CD	2	30,44	32,35	1,14,17,20
	7	S	300	CD,CP	2	30	9,32,35	1,3,14,17
	8	-	180	Z	3	22,30,35	32,35,41	3,24
	9	S	225	CV,CT	3	30,35	3,35	1,3,14,17
	10	-	50	Z	2	5,30,35	17,35	28
Caspe (CS)	1	S	140	MN,RB	3	5,30,31	3,20,35	3,20
	2	S	130	CM	2	5,30,31	3,20,35	3,20
	3	S	425	CP,BA	4	5,30,31	3,20,35	3,20
Campo de Daroca (CP)	1	S	500	CC,CT,CP	2	5,30	9,35,44	8,14,20
	2	-	250	CP	2	5,30,35	18,19,44	14,17
	3	-	52	CP	2	30,35	32,35	1,14,17
Calatayud (CD)	1	-	300	CD	2	5,30,35	17,41,35	14,17
	2	-	85	CD	1	5,30,35	17,41	30
	3	S	300	CD,JM,Soria	1	5,30,35	1,17,20,32,35	1,14
	4	-	55	CD	1	5,12,30	35,41	14
	5	-	35	CD	1	30,35	17,32,44	1,14,17
	6	-	35	CD	1	5,30	35	1,14,17
	7	S	420	CD,Soria	3	5,12,30	9,35,41	1,14,17
Campo de Cariñena (CC)	1	-	16	JM	1	30,35	22,35	-
	2	S	60	CC	2	18,30,35	9,28	8,14,17
	3	-	100	CC	2	5,30,35	35,37	14,17
	4	S	325	Z,CP	3	5,30,35	9,44	8,14
	5	-	52	CC,JM	1	30,35	35,41	14,17
Campo de Belchite (CT)	1	-	96	CT,CC	2	30,35	35	14,17
	2	-	75	CT	1	5,30,35	35	17
	3	-	100	CT	1	5,35	17,44	17
	4	-	87	CT	2	5,30,35	35,44	17,39,41
	5	-	100	CT	2	5	35	17

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas y Morales et al. (1996) y Ortega (1987). S = explotación trashumante. Primavera (febrero, marzo, abril); verano (mayo, junio, julio); otoño (agosto, septiembre, octubre) *Flora utilizada: 1. Ajedrea *(Satureya montana)* 2. Albada *(Anthyllis cystisoides)* 3. Alfalfa *(Medicago sativa)* 4. Aliaga *(Genista spp, Ulex parviflorus, Erinacea althyllis, Echynospartum horridum)* 5. Almendro (*Prunus dulcis)* 6. Almercol *(Medicago sativa subsp. falcata)* 7. Botja blanca *(Cistus albidus)* 8. Brezo/biércol *(Calluna vulgaris)* 9. Cantueso *(Lavandula stoechas)* 10. Cardo setero *(Eringium campestre)* 11. Carrasca *(Quercus ilex subsp. rotundifolia)* 12. Cerezo/cireras *(Prunus avium)* 13. Chulibarda *(Dittrichia viscosa)* 14. Encina *(Quercus ilex)* 15. Escobizo/socarral *(Dorycnium pentaphyllum)* 16. Esparceta/pipirigallo *(Onobrychis viciifolia)* 17. Espliego/lavanda (*Lavandula latifolia)* 18. Gayuba (*Amelanchier ovalis)* 19. Ginestra *(Genista spp.)* 20 . Girasol *(Helianthus annuus)* 21. Hiedra *(Hedera helix)* 22. Libianas (*Crucíferas:Diplotaxis spp., Raphanus spp., Erucastrum spp.*, etc.) 23. Madroño/madroñera *(Arbutus unedo)* 24. Maiz *(Zea mays)* 25. Meliloto *(Melilotus spp.)* 26. Naranjo/azahar *(Citrus sinensis)* 27. Rabaniza *(Crucíferas)* 28. Retama *(Spartium junceum)* 29. Roble, Quejigos *(Quercus spp.)* 30. Romero *(Rosmarinus officinalis)* 31. Ruca *(Eruca vesicaria)* 32. Salvia *(Salvia officinalis)* 33. Tamarizas *(Tamarix gallica)* 34. Terreras (*Juniperus phoenicia)* 35. Tomillo *(Thymus vulgaris)* 36. Trébol *(Trifolium spp.)* 37. Veza *(Vicia sativa)* 38. Viña *(Vitis vinifera)* 39. Zarzamora *(Rubus ulmifolius)* 40. Zarzas *(Rosa spp.)* 41. Cardos (Genérico) 42. Frutales (Genérico) 43. Huerta (Genérico) 44. Milflores (Genérico)

Referencias bibliográficas

ABIBULLAH, M.S.; ISMAIL, M.M. 1991. Beekeeping activity prospect for increasing farmers income in the rural areas of Malaysia *Journal of Rural Development (Hyderabad)* **10**, 55-56.

CHITRA, S.; SOLANKI, F.R.; SHANKER, C. 2000. Agroforestry: an ecofriendly land-use system for insect management. *Outlook on Agriculture* **29**, 91-96.

GILL, R.A. 1989. An economic evaluation of alternative management practices and enterprise structures in the Australian beekeeping industry. Armindale, Australia. *Dpt. Economics and Business Management. Univ. Of New England*, vii 175pp.

HOFF, F.L.; WILLETT, L.S. 1994. The U.S. beekeeping industry Washington D:C: U.S.A. *Agricultural Economic Report. Econ. Research Service, USDA*, nº 680, 69 pp.

MORALES, R.; MACIA, M.J.; DORDA, E.; GARCIA BILLARACO, A. 1996. Nombres vulgares II. *Archivos de Flora Ibérica* nº 7. CSIC. Real Jardín Botánico, Madrid. 325 pp.

ORTEGA J.L. 1987. *Flora de interés apícola y polinización de cultivos*. Mundi-Prensa, Madrid, 149 pp.

PIDEK, A.; BROZOZOWSKI, P. 2000. Real and potential possibilities of orchard pollination by bees. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, **8**, 51-58.

RALLO, J.B. 1986. *Frutales y abejas*. MAPA, Madrid, 231 pp.

LOCALIZATION AREAS AND PASTURES USED BY THE APICULTURE SECTOR IN ARAGON

SUMMARY

Within the research project "*Typification, cartography and evaluation of Spanish grazed lands*" (INIA CCAA), a preliminary study of the localization of apiculture activities in Aragón has been carried out. Data were obtained from a census of bee-keepers and the distribution of farms was analysed. Also, information of the flora utilised by the farmers was obtained trough a representative sample of bee-keepers (n=122) across the region.

Key words: Apiculture farming systems, Beekeeping, Melliferous vegetation, Spatial location.

TIPIFICACIÓN Y CARTOGRAFÍA FITOCENOLÓGICA DE LOS PASTOS DE MONTE EN LA PROVINCIA DE HUESCA

O. Barrantes, J. Ascaso, A. Broca y C. Ferrer

Dpto. Agricultura y Economía Agraria, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, E-50013 Zaragoza.

Resumen

Se presentan los resultados que el grupo de investigación de Aragón ha obtenido con respecto a la tipificación, cartografía y caracterización fitocenológica de los pastos de monte, no agrícolas, de la provincia de Huesca. Todo ello, en el ámbito del Proyecto INIA-CCAA sobre "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles" (SEEP). Se han determinado 24 unidades: 12 corresponden a pastos con arbolado denso; siete a pastos con arbolado ralo; tres a pastos arbustivos; y dos a pastos herbáceos.

Palabras clave: Pastos con arbolado denso, Pastos con arbolado ralo, Pastos arbustivos, Pastos herbáceos.

Introducción

En la XLII RC de la SEEP fue presentada una cartografía preliminar de recursos pascícolas de la provincia de Huesca (Broca *et al.*, 2002), en el ámbito del Proyecto INIA-CCAA sobre "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles", donde se mostraba una tipificación fisiognómica de los pastos naturales de las superficies de monte, es decir, correspondiente al 2º Nivel del protocolo sobre "Cartografía" (acta de la Reunión de 9 de marzo de 2001). Presentamos ahora una cartografía fitocenológica de los citados pastos (3er Nivel) que, por razones de espacio y escala, se limita a la provincia de Huesca.

La necesidad, en Cartografía, de poner límites a las unidades de vegetación, introduce sin duda simplificaciones de una realidad mucho más compleja pero tiene la ventaja de resaltar los rasgos más significativos. Por otro lado, y en función de la escala a la que se trabaja, los *niveles de complejidad* (Carreras *et al.*, 1990) son diversos. En nuestro caso (escala de trabajo 1:250.000), pocas veces podemos delimitar *unidades casi simples*, con dominancia *casi* absoluta de una sola comunidad. Por ello, representamos *subcomplejos* (conjuntos de comunidades de un mismo complejo teselario), *mosaicos* (conjunto de dos o tres comunidades sin relaciones dinámicas entre ellas pero indivisibles a la escala del mapa) o *hipermosaicos* (conjuntos muy heterogéneos de comunidades debidos a yuxtaposiciones de ecotonos, a diversificaciones debidas a la actividad antropozoógena, etc.).

Una vez realizada esta tipificación fitocenológica, el siguiente paso será establecer las especies pascícolas (y su cobertura) más relevantes de las unidades descritas y obtener, a partir de aquéllas, una aproximación de su valor pastoral.

Metodología

Como cartografía básica se ha empleado el II Inventario Forestal Nacional (IFN) a escala 1:250.000 (Base de datos de la Naturaleza de la DGCN, 1996). Además de la capa de "Usos" y de la desa-

gregación presentada por Broca *et al.* (2002), se ha trabajado con la capa de información "Código" del IFN. La interpretación de la leyenda de los polígonos se ha realizado a partir de: IFN (DGCN, 1996); Mapas de Cultivos y Aprovechamientos (MAPA, varios años); Montserrat, 1966; Rivas Martínez, 1987; Cartografía del Inventario Nacional de Hábitat (Directiva 92/43/CEE).

En el caso de los **pastos con arbolado** (denso y ralo) se han agrupado los polígonos en función de la especie arbórea dominante. En algunos casos, correspondientes a especies susceptibles de repoblación (*Pinus sylvestris*, *P. nigra*), se han diferenciado masas puras de masas mixtas. En el caso de los quejigales, la especie dominante ("QL", *Quercus faginea*) incluye varias especies de *Quercus* y sus hibridaciones.

Los **pastos arbustivos** se han obtenido con los polígonos "M" (matorral) y "P/M" (pastizal matorral). Al no contar con información de especies dominantes, se han establecido unidades de tipo ecológico (latitud, altitud, geomorfología, litología, suelos, etc).

Los **pastos herbáceos** se han cartografiado con los polígonos "P" (pastizal) y "PT" (pastos de alta montaña), corregidos estos últimos a los situados por encima de 1500-1600 m.

De los alrededor de 9300 polígonos ocupados por pastos de monte de la provincia de Huesca se han detectado del orden de 150 errores, a partir de informaciones de otras cartografías, de aspectos ecológicos y del conocimiento del terreno de los autores.

La interpretación de la vegetación se ha basado en la bibliografía de carácter fitosociológico que afecta a la provincia de Huesca. Citamos como referencias sólo algunos trabajos de índole recopilatoria (Ascaso, 1995; Rivas Martínez *et al.*, 2001; Rivas Martínez *et al.*, 2002). Cabe señalar que como resultado lógico del proceso descrito existen asociaciones que aparecen en distintas unidades cartográficas. Ésto se debe a que las asociaciones (y las especies) no se distribuyen territorialmente siguiendo un patrón único determinado por los factores ecológicos.

No incluimos fitocenosis de rastrojos, caminos, majadas, parideras (vinculados al cultivo del cereal) y lugares nitrificados por la acción del ganado (salvo *Salsolo-Artemisietum herba-albae*), que se distribuyen de forma dispersa y en superficies pequeñas. También han quedado excluidas fitocenosis de anuales que, aún siendo un recurso ganadero, ocupan poca extensión.

Resultados y discusión

Se han tipificado y cartografiado 24 unidades de pastos de monte (véase Fig. 1): 12 corresponden a pastos con arbolado denso (385.306 ha); siete a pastos con arbolado ralo (75.191 ha); tres a pastos arbustivos (300.232 ha); y dos a pastos herbáceos (99 988 ha), totalizando todo ello 860.717 ha, el 55 % de la provincia de Huesca. Las características fisionómicas, especies dominantes, ecología, extensión y fitocenología de las unidades vienen reflejadas en las Tablas 1, 2, 3 y 4.

Por razones de espacio, sólo deseamos resaltar ahora las dos siguientes matizaciones:

– Las unidades "de *Quercus ilex*", así como los "pastos arbustivos y pastizales de la Depresión del Ebro" están a nuestro parecer subrepresentadas. Estas fitocenosis suelen ocupar cambios de pendiente en el relieve tabular de las zonas agrícolas, así como laderas de la red hidrográfica tratándose, por tanto, de manchas lineales que no han sido reflejadas en la cartografía de partida (IFN). Sin embargo, estas superficies tienen mucha importancia en el pastoreo de ovino de la Depresión del Ebro que, junto con los barbechos y rastrojos, constituyen el principal recurso pastable de las explotaciones agrarias de esta zona.

– En la Depresión del Ebro no ha sido posible desagregar los pastos arbustivos de los pastos herbáceos (pastizales de lastón, albardín, etc.), por encontrarse éstos entremezclados con aquéllos en unidades de tamaño no cartografiable a la escala utilizada.

Figura 1: Cartografía de grandes unidades de los pastos de monte en la provincia de Huesca. Escala original, 1:250.000. Escala aproximada del mapa, 1:1.000.000.

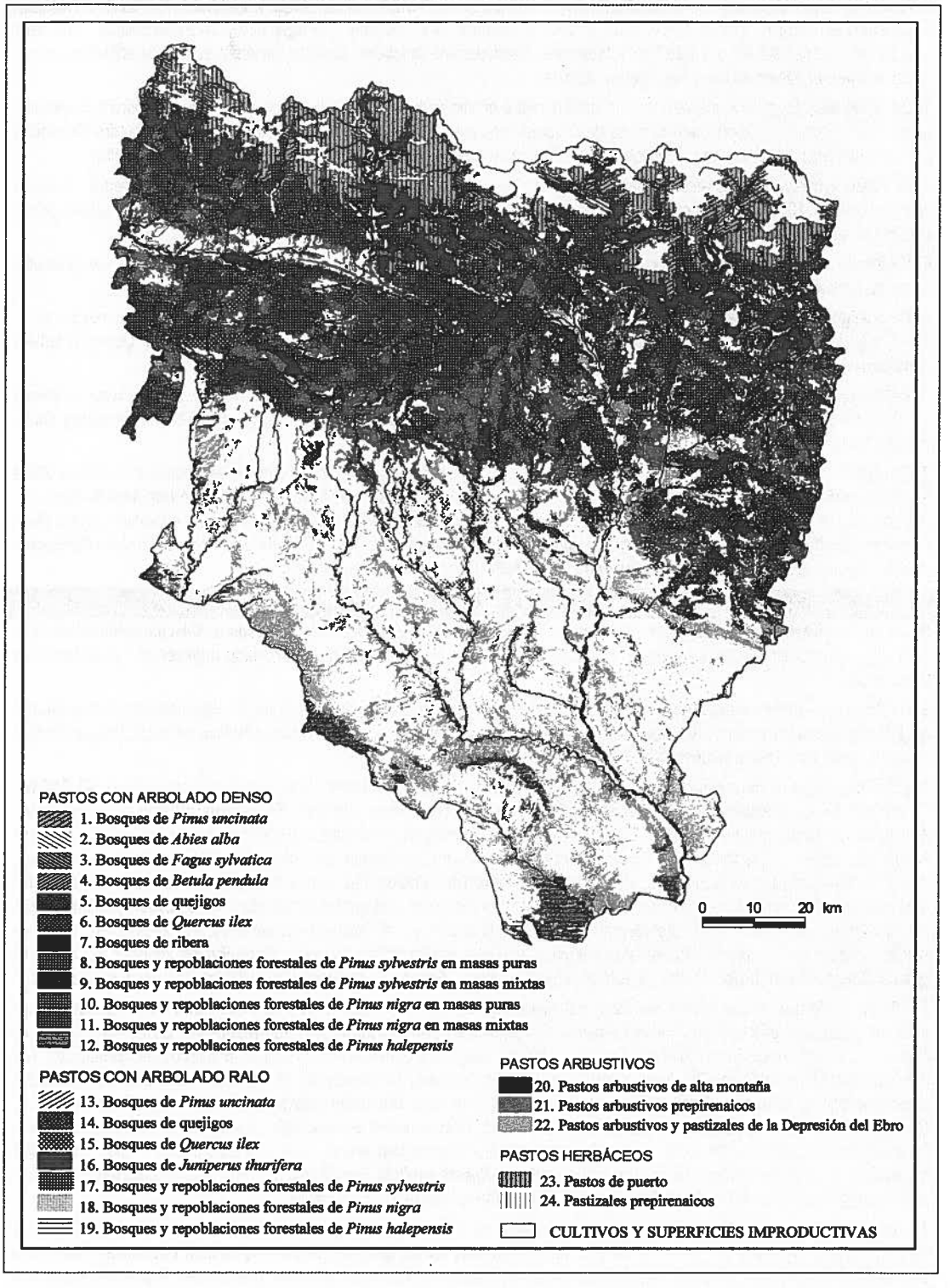


Tabla 1: Características generales y Fitocenología de los Pastos con arbolado denso.

Bosques
1. De *Pinus uncinata*. En general, masas puras. A veces acompañado de *P. sylvestris* y, en algún caso, con *Betula pendula* o con *Abies alba*. Bosques del piso subalpino. **13 557 ha. Fitocenosis: *Rhododendro-Vaccinion***: *Saxifrago Rhododendretum, Pulsatillo-Pinetum uncinatae*; ***Juniperion nanae***: *Arctostaphylo-Pinetum uncinatae.*
2. De *Abies alba*. En general, masas puras. En algunos casos, acompañado de *B. Pendula, P. sylvestris, Fagus sylvatica* o *P. uncinata*. En un solo polígono con *Quercus ilex*. Bosques de los pisos montano y subalpino. **3849 ha. Fitocenosis: *Rhododendro-Vaccinion***: *Goodyero-Abietetum albae, Saxifrago-Rhododendretum*; ***Fagion sylvaticae***: *Coronillo-Abietetum albae, Festuco-Abietetum albae.*
3. De *Fagus sylvatica*. Algunas veces, masas puras. En general, acompañado de *A. alba, P. sylvestris, P. uncinata* o *Q. petraea*. Bosques del piso montano. **10 776 ha. Fitocenosis: *Fagion sylvaticae***: *Actaeo-Coryletum, Helleboro-Fagetum sylvaticae, Scillo-Fagetum sylvaticae, Buxo-Fagetum sylvaticae, Luzulo-Fagetum sylvaticae.*
4. De *Betula pendula*. En aproximadamente la mitad de los polígonos, masas puras. A veces, acompañado de *Populus* spp., y en ocasiones de *F.sylvatica, Q. pubescens, Corylus avellana, Sorbus aria, S. aucuparia, Tilia platyphyllos*, etc. **1527 ha.**
5. De quejigos. Bastantes casos de masas puras. Incluimos en estos bosques *Q. faginea, Q. humilis* y *Q. cerrioides*. Se mezcla con *Q. ilex, F. sylvatica, P. sylvestris* y en algún caso con *B. Pendula*. Bosques del piso montano. **24 384 ha. Fitocenosis: *Quercion pubescenti-petreae***: *Violo-Quercetum faginae, Buxo-Quercetum pubescentis.*
6. De *Quercus ilex*. Algunas veces, masas puras. Acompañado de *Q. faginea, P. sylvestris, P. halepensis, P. nigra* y excepcionalmente con *Juniperus thurifera* o con *J. oxycedrus*. Encinares generalmente jóvenes de los pisos basal y montano. **40 252 ha. Fitocenosis: *Quercion ilicis***: *Quercetum rotundifoliae, Buxo-Quercetum rotundifoliae.*
7. De ribera. Sobretodo bosques o cultivos de *Populus*. También algunas formaciones con *Salix*. Formaciones arbóreas discontinuas. **2990 ha. Fitocenosis: *Populion albae***: *Rubio-Populetum albae*. **Fitocenosis arbustivas y herbáceas: *Salicion triandrae-fragilis***: *Saponario-Salicetum purpurae*; ***Pruno-Rubion ulmifolii***: *Rubo-Coriaretum myrtifoliae*; ***Molinio-Holoschoenion***: *Cirsio-Holoschoentum vulgaris*; ***Plantaginion crassifoliae***: *Schoeno-Plantaginetum crassifoliae*; ***Trifolio-Cynodontion***: *Trifolio-Cynodontetum dactyli*; ***Paspalo-Polygonion viridis***: *Paspalo-Polygonetum viridis*; ***Brachypodion phoenicoidis***: *Brachypodietum phoenicoidis.*
Bosques y Repoblaciones forestales más o menos antiguas
8. De *Pinus sylvestris* en masas puras . A veces con *P. nigra*. **139 083 ha. Fitocenosis en bosques: *Deschampsio-Pinion***: *Hylocomio-Pinetum catalaunicae, Veronico-Pinetum sylvestris, Polygalo-Pinetum sylvestris*; ***Buxo-Quercenion pubescentis***: *Buxo-Quercetum pubescentis.*
9. De *Pinus sylvestris* en masas mixtas. Mezclas con *F. sylvatica, Q. faginea, Q. cerrioides* y *Q. ilex*. En algún caso con *A. alba*. **66 053 ha. Fitocenosis en los bosques: *Deschampsio- Pinion***: *Hylocomio-Pinetum catalaunicae, Veronico-Pinetum sylvestris, Polygalo-Pinetum sylvestris*; ***Buxo-Quercenion pubescentis***: *Buxo-Quercetum pubescentis.*
10. De *Pinus nigra* en masas puras. A veces con *P. sylvestris, P. halepensis, Q. faginea* o, en un polígono, con *P. pinea*. **41 249 ha. Fitocenosis en los bosques: *Quercion pubescenti-petreae***: *Lonicero-Pinetum salzmannii*. **Fitocenosis arbustivas y herbáceas: *Aphyllanthion***: *Plantagini Aphyllanthetum, Bupleuro-Aphyllanthetum, Echinosparto-Lavanduletum pyrenaicae, Aphyllantho-Lavanduletum pyrenaicae, Brachypodio Aphyllanthetum, Teucrio Thymetum font-queri, Thymo-Globularietum cordifoliae, Ononido-Santolinetum benthamianae, Teucrio-Santolinetum pectinis, Festuco-Saturejetum montanae*; ***Rosmarino-Ericion***: *Rosmarino-Lithospermetum fruticosi*; ***Ononidion striatae***: *Bupleuro-Onobrychidetum pyrenaicae, Ononido- Anthyllidetum montanae, Junipero-Echinospartetum horridi*; ***Brachypodion phoenicoidis***: *Brachypodietum phoenicoidis*; ***Xerobromion erecti***: *Lino-Brometum erecti, Teucrio-Brometum erecti; Mesobromion erecti: Euphrasio-Plantaginetum mediae, Bromo-Medicaginetum suffruticosae, Centaureo-Genistetum tinctoriae*; ***Pruno-Rubion ulmifolii***: *Buxo-Rubetum ulmifolii*; ***Amelanchiero-Buxion***: *Paeonio-Arctostaphyletum crassifoliae*; ***Geranion sanguinei***: *Chrysanthemo Pipthateretum paradoxae.*
11. De *Pinus nigra* en masas mixtas. Mezclas con *Q. faginea* sobretodo, y con Q. ilex. **12 674 ha. Fitocenosis en los bosques: *Quercion pubescenti-petreae***: *Lonicero-Pinetum salzmannii*. **Fitocenosis arbustivas y herbáceas: *Aphyllanthion***: *Plantagini-Aphyllanthetum, Bupleuro Aphyllanthetum, Echinosparto-Lavanduletum pyrenaicae, Aphyllantho-Lavanduletum pyrenaicae, Brachypodio-Aphyllanthetum, Teucrio Thymetum font-queri, Thymo-Globularietum cordifoliae, Ononido-Santolinetum benthamianae, Teucrio-Santolinetum pectinis, Festuco Saturejetum montanae*; ***Rosmarino-Ericion***: *Rosmarino-Lithospermetum fruticosi*; ***Ononidion striatae***: *Bupleuro-Onobrychidetum pyrenaicae, Ononido-Anthyllidetum montanae, Junipero-Echinospartetum horridi*; ***Brachypodion phoenicoidis***: *Brachypodietum phoenicoidis*; ***Xerobromion erecti***: *Lino-Brometum erecti, Teucrio-Brometum erecti*; ***Mesobromion erecti***: *Euphrasio-Plantaginetum mediae, Bromo-Medicaginetum suffruticosae, Centaureo-Genistetum tinctoriae*; ***Pruno-Rubion ulmifolii***: *Buxo-Rubetum ulmifolii*; ***Amelanchiero-Buxion***: *Paeonio-Arctostaphyletum crassifoliae*; ***Geranion sanguinei***: *Chrysanthemo-Pipthateretum paradoxae.*
12. De *Pinus halepensis*. Masas puras en general. En algún caso aparece también *P. sylvestris, P. pinaster, P. pinea, Cupressus* spp., *P. nigra, J. oxycedrus* o *J. thurifera*. **28 911 ha. Fitocenosis en los bosques: *Rhamno-Quercion cocciferae***: *Quercetum cocciferae, Rhamno-Quercetum cocciferae, Stipo-Juniperetum phoeniceae. Fitocenosis arbustivas y herbáceas: Rosmarino-Ericion: Rosmarino-Linetum suffruticosi, Rosmarino-Lithospermetum, Genisto-Cistetum clusii*; ***Aphyllanthion***: *Bupleuro-Aphyllanthetum; Gypsophilion: Ononidetum tridentatae, Lepidietum subulati, Helianthemetum squamati*;***Thero-Brachypodion***: *Ruto-Brachypodietum retusi, Phlomido-Brachypodietum retusi.*

Tabla 2: Características generales y Fitocenología de los Pastos con arbolado ralo.

Bosques ralos
13. De *Pinus uncinata*. Ocasionalmente con *Abies alba* y *Pinus sylvestris*. Bosques del piso subalpino. **1261 ha. Fitocenosis: *Rhododendro-Vaccinion***: *Saxifrago Rhododendretum, Pulsatillo-Pinetum uncinatae*; ***Juniperion nanae***: *Arctostaphylo-Pinetum uncinatae*. **Fitocenosis arbustivas**: de las mismas asociaciones que las anteriores. **Fitocenosis herbáceas: *Festucion eskiae***: *Campanulo-Festucetum eskiae, Carici-Festucetum eskiae, Hieracio-Festucetum paniculatae*; ***Nardion strictae***: *Alchemillo-Nardetum strictae, Selino-Nardetum, Ranunculo- Festucetum eskiae, Trifolio Phleetum gerardii, Anemono-Trifolietum alpini, Trifolio-Nardetum strictae*; ***Festucion airoidis***: *Arenario- Festucetum yvesii*; ***Primulion intricatae***: *Trifolio-Festucetum nigrescentis, Primulo-Adonidetum*; ***Festucion gautieri***: *Festucetum gautieri, Oxytropido-Festucetum gautieri, Anthyllido-Festucetum nigrescentis, Saponario-Festucetum gautieri, Serratulo- Asperuletum pyrenaicae, Onosmo-Caricetum humilis*; ***Ononidion striatae***: *Asperulo-Echinospartetum horridi, Carici- Echinospartetum horridi, Junipero-Echinospartetum horridi*; ***Mesobromion erecti***: *Chamaespartio-Agrostidetum tenuis, Alchemillo-Festucetum nigrescentis.*
14. De quejigos. En general con *Quercus ilex* y *P.sylvestris*, raramente con *Betula pendula* o *Juniperus thurifera*. Aunque hay bastantes casos de masas puras. Bosques del piso montano. **15 827 ha. Fitocenosis: *Quercion pubescenti-petreae***: *Violo-Quercetum faginae, Buxo-Quercetum pubescentis*. **Fitocenosis arbustivas y herbáceas: *Aphyllanthion***: *Plantagini-Aphyllanthetum, Bupleuro-Aphyllanthetum, Echinosparto-Lavanduletum pyrenaicae, Aphyllantho-Lavanduletum pyrenaicae, Brachypodio-Aphyllanthetum, Teucrio-Thymetum font-queri, Thymo-Globularietum cordifoliae, Ononido-Santolinetum benthamianae, Teucrio-Santolinetum pectinis, Festuco-Saturejetum montanae*; ***Rosmarino-Ericion***: *Rosmarino-Lithospe metum fruticosi*; ***Ononidion striatae***: *Bupleuro-Onobrychidetum pyrenaicae, Ononido-Anthyllidetum montanae, Junipero-Echinospartetum horridi*; ***Brachypodion phoenicoidis***: *Brachypodietum phoenicoidis*; ***Xerobromion erecti***: *Lino-Brometum erecti, Teucrio-Brometum erecti*; ***Mesobromion erecti***: *Euphrasio-Plantaginetum mediae, Bromo-Medicaginetum suffruticosae, Centaureo-Genistetum tinctoriae*; ***Pruno-Rubion ulmifolii***: *Buxo-Rubetum ulmifolii; Amelanchiero-Buxion: Paeonio-Arctostaphyletum crassifoliae*; ***Geranion sanguinei***: *Chrysanthemo- Piptatheretum paradoxae.*
15. De *Quercus ilex*. Muy ocasionalmente con *P. halepensis* o *Q. faginea*. Pisos basal y montano. **26 534 ha. Fitocenosis: *Quercion ilicis***: *Quercetum rotundifoliae, Buxo-Quercetum rotundifoliae*. **Fitocenosis arbustivas y herbáceas: *Rhamno-Quercion cocciferae***: *Quercetum cocciferae, Stipo-Juniperetum phoeniceae*; ***Rosmarino-Ericion***: *Rosmarino-Lithospermetum, Rosmarino-Linetum suffruticosi, Genisto-Cistetum clusii*; ***Aphyllanthion***: *Bupleuro Aphyllanthetum, Brachypodio-Aphyllanthetum*; ***Gypsophilion***: *Ononidetum tridentatae, Lepidietum subulati, Helianthemetum squamati*; ***Aphyllanthion***: *Bupleuro-Aphyllanthetum, Aphyllantho-Lavanduletum pyrenaicae, Brachypodio-Aphyllanthetum, Festuco-Saturejetum montanae*; ***Thero-Brachypodion***: *Phlomido-Brachypodietum retusi, Ruto-Brachypodietum retusi*; ***Brachypodion phoenicoidis***: *Brachypodietum phoenicoidis*; ***Agropyro-Lygeion***: *Lygeo-Stipetum lagascae, Delphino-Lygeetum sparti; Salsolo-Peganion: Salsolo-Artemisietum herba-albae.*
16. De *Juniperus thurifera* Bosques generalmente muy poco densos. **818 ha. Fitocenosis: *Rhamno-Quercion cocciferae***: *Rhamno-Quercetum cocciferarae juniperet sum thuriferae*. **Fitocenosis arbustivas y herbáceas: *Rosmarino-Ericion***: *Rosmarino-Linetum suffruticosi, Rosmarino-Lithospermetum, Genisto-Cistetum clusii*; ***Aphyllanthion***: *Bupleuro-Aphyllanthetum; Gypsophilion: Ononidetum tridentatae, Lepidietum subulati, Helianthemetum squamati*; ***Thero-Brachypodion***: *Ruto-Brachypodietum retusi, Phlomido-Brachypodietum retusi*; ***Agropyro-Lygeion***: *Delphinio-Lygeetum sparti, Lygeo-Stipetum lagascae*; ***Salsolo-Peganion***: *Salsolo-Artemisietum herba-albae*; ***Suaedion verae***: *Suaedetum verae, Limonietum latebracteati.*
Bosques y Repoblaciones forestales ralos
17. De *Pinus sylvestris*. Ocasionalmente con *Q. faginea* y *P. nigra*. **22 863 ha. Fitocenosis en los bosques: *Deschampsio-Pinion***: *Hylocomio-Pinetum catalaunicae, Veronico-Pinetum sylvestris, Polygalo-Pinetum sylvestris*; ***Buxo-Quercenion pubescentis***: *Buxo-Quercetum pubescentis.*
18. De *Pinus nigra*. Ocasionalmente con *Q. faginea, Q. ilex* y *P. halepensis*. **4021 ha. Fitocenosis en los bosques: *Quercion pubescenti-petreae***: Lonicero Pinetum salzmannii. **Fitocenosis arbustivas y herbáceas: *Aphyllanthion***: *Plantagini-Aphyllanthetum, Bupleuro-Aphyllanthetum, Echinosparto Lavanduletum pyrenaicae, Aphyllantho-Lavanduletum pyrenaicae, Brachypodio-Aphyllanthetum, Teucrio-Thymetum font-queri, Thymo-Globularietum cordifoliae, Ononido-Santolinetum benthamianae, Teucrio-Santolinetum pectinis, Festuco-Saturejetum montanae*; ***Rosmarino-Ericion***: *Rosmarino-Lithospermetum fruticosi*; ***Ononidion striatae***: *Bupleuro-Onobrychidetum pyrenaicae, Ononido-Anthyllidetum montanae, Junipero- Echinospartetum horridi*; ***Brachypodion phoenicoidis***: *Brachypodietum phoenicoidis*; ***Xerobromion erecti***: *Lino-Brometum erecti, Teucrio Brometum erecti*; ***Mesobromion erecti***: *Euphrasio-Plantaginetum mediae, Bromo-Medicaginetum suffruticosae, Centaureo-Genistetum tinctoriae*; ***Pruno-Rubion ulmifolii***: *Buxo-Rubetum ulmifolii*; ***Amelanchiero-Buxion***: *Paeonio-Arctostaphyletum crassifoliae*; ***Geranion sanguinei***: *Chrysanthemo-Piptatheretum paradoxae.*
19. De *Pinus halepensis*. Ocasionalmente con *Q. ilex* y *J. thurifera*. **3866 ha. Fitocenosis en bosques: *Rhamno-Quercion cocciferae***: *Quercetum cocciferae, Rhamno-Quercetum cocciferae, Stipo-Juniperetum phoeniceae*. **Fitocenosis arbustivas y herbáceas: *Rosmarino-Ericion***: *Rosmarino-Linetum suffruticosi, Rosmarino-Lithospermetum, Genisto-Cistetum clusii*; ***Aphyllanthion***: *Bupleuro-Aphyllanthetum*; ***Gypsophilion***: *Ononidetum tride-tatae, Lepidietum subulati, Helianthemetum squamati*; ***Thero-Brachypodion***: *Ruto-Brachypodietum retusi, Phlomido-Brachypodietum retusi.*

Tabla 3: Características generales y Fitocenología de los Pastos arbustivos.

20. De alta montaña. En los Altos Valles pirenaicos y por encima, aproximadamente, de la cota 1500 m. Matorral de rododendro, arándanos y brecina, y enebrales rastreros de alta montaña. **24 161 ha. Fitocenosis**: ***Rhododendro-Vaccinion***: *Saxifrago-Rhododendretum*; ***Juniperion nanae***: *Arctostaphylo-Pinetum uncinatae*. **Fitocenosis herbáceas**: ***Festucion eskiae***: *Campanulo-Festucetum eskiae, Carici-Festucetum eskiae, Hieracio-Festucetum paniculatae*; ***Nardion strictae***: *Alchemillo-Nardetum strictae, Selino-Nardetum, Ranunculo-Festucetum eskiae, Trifolio-Phleetum gerardii, Anemono-Trifolietum alpini, Trifolio-Nardetum strictae*; ***Festucion airoidis***: *Arenario-Festucetumyvesii*; ***Primulion intricatae***: *Trifolio-Festucetum nigrescentis, Primulo-Adonidetum*; ***Festucion gautieri***: *Festucetum gautieri, Oxytropido-Festucetum gautieri, Anthyllido-Festucetum nigrescentis, Saponario-Festucetum gautieri, Serratulo-Asperuletum pyrenaicae, Onosmo-Caricetum humilis*; ***Ononidion striatae***: *Asperulo-Echinospartetum horridi, Carici- Echinospartetum horridi, Junipero-Echinospartetum horridi*; ***Mesobromion erecti***: *Chamaespartio-Agrostidetum tenuis, Alchemillo-Festucetum nigrescentis.*

21. Prepirenaicos. A partir de la cota 600-700 m en la vertiente Sur de las Sierras Exteriores hasta los Altos Valles. Formaciones del piso montano derivadas de los quejigales, pinares y pastos y campos abandonados. Matorral espinoso, brezales, romerales, coscojares, bojedas, etc. **161 049 ha. Fitocenosis arbustivas y herbáceas**: ***Aphyllanthion***: *Plantagini-Aphyllanthetum, Bupleuro-Aphyllanthetum, Echinosparto-Lavanduletum pyrenaicae, Aphyllantho-Lavanduletum pyrenaicae, Brachypodio-Aphyllanthetum, Teucrio-Thymetum font-queri, Thymo-Globularietum cordifoliae,Ononido-Santolinetum benthamianae, Teucrio-Santolinetum pectinis, Festuco-Saturejetum montanae*; ***Rosmarino-Ericion***: *Rosmarino-Lithospermetum ruticosi*; ***Ononidion striatae***: *Bupleuro-Onobrychidetum pyrenaicae, Ononido-Anthyllidetum montanae, Asperulo- Echinospartetum horridi, Carici-Echinospartetum horridi, Junipero-Echinospartetum horridi, Jurinaeo-Stipetum eriocaulis*; ***Genistion lobelii***: *Erinaceo-Anthyllidetum montanae; Calluno-Genistion: Genisto-Callunetum; Brachypodion phoenicoidis: Brachypodietumphoenicoidis*; ***Xerobromion erecti***: *Lino-Brometum erecti, Teucrio-Brometum erecti, Koelerio-Avenuletum ibericae*; ***Mesobromion erecti***: *Euphrasio-Plantaginetum mediae, Bromo-Medicaginetum suffruticosae, Centaureo-Genistetum tinctoriae*; ***Pruno-Rubion ulmifolii***: *Buxo-Rubetum ulmifolii*; ***Amelanchiero-Buxion***: *Paeonio-Arctostaphyletum crassifoliae; Geranion sanguinei: Chrysanthemo-Pipthateretum paradoxae*; ***Rhamno-Quercion cocciferae***: *Quercetum cocciferae, Stipo-Juniperetum phoeniceae.*

22. Pastos arbustivos y pastizales de la Depresión del Ebro. Situados por debajo de la cota 600-700 m del Somontano de las Sierras Exteriores hasta el límite Sur de la provincia. Piso basal. Coscojares, sabinares, romerales, matorral halófilo y halo-nitrófilo, etc.; pastizales xero-mesofíticos basófilos. **115 022 ha. Fitocenosis arbustivas y herbáceas**: ***Rhamno-Quercion cocciferae***: *Quercetum cocciferae, Rhamno-Quercetum cocciferae, Stipo-Juniperetum phoeniceae*; ***Rosmarino-Ericion***: *Rosmarino-Linetum suffruticosi, Rosmarino-Lithospermetum, Genisto-Cistetum clusii*; ***Aphyllanthion***: *Bupleuro-Aphyllanthetum*; ***Gypsophilion***: *Ononidetum tridentatae, Lepidietum subulati, Helianthemetum squamati*; ***Thero-Brach podion***: *Ruto-Brachypodietum retusi, Phlomido-Brachypodietum retusi*; ***Agropyro-Lygeion***: *Delphinio-Lygeetum sparti, Lygeo-Stipetum lagascae*; ***Salsolo-Peganion***: *Salsolo Artemisietum herba-albae*; ***Suaedion verae***: *Suaedetum verae, Limonietumlatebracteati.*

Referencias bibliográficas

ASCASO, J., 1995. Excerpta fitosociológica de asociaciones y subasociaciones reconocidas en la provincia de Huesca (España). *Lucas Mallada*, **7**, 21-44.

BROCA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M., 2002. Cartografía preliminar de recursos pascícolas en Aragón. La provincia de Huesca como ejemplo. En: *Actas de la XLII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 237-243.

CARRERAS, J.; CARRILLO, E.; MASALLES, R.M.; NINOT, J.M.; VIGO, J., 1990. À propos de la "Carte de végétation des Pyrénées IV. Vallées de Barravés et de Castanesa (Haute Ribagorça)". Quelques réflexions générales sur la cartographie de la végétation. *Monogr. Inst. Pir. Ecol.*, **5**, 609-615.

DIRECTIVA 92/43/CEE. *Cartografía del inventario nacional de hábitat.* DGCN (Dirección General de Conservación de la Naturaleza), 1996. *Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1995. Aragón.* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), varios años. *Mapa de Cultivos y Aprovechamientos.* E.1:50 000. Servicio de Publicaciones del Ministerio.

Tabla 4: Características generales y Fitocenología de los Pastos herbáceos.

23. Pastos de puerto. En los Altos Valles pirenaicos a partir de la cota 1500-1600 m. Fitocenosis herbáceas (en algunos casos con arbustos) de los pisos montano superior, subalpino y base del alpino. **89 142 ha. Fitocenosis**: ***Nardion strictae***: *Alchemillo-Nardetum strictae, Selino-Nardetum, Trifolio-Phleetum gerardii, Ranunculo-Festucetum eskiae, Anemono-Trifolietum alpini, Trifolio-Nardetum strictae*; ***Festucion eskiae***: *Campanulo-Festucetum eskiae, Carici-Festucetum eskiae, Hieracio-Festucetum paniculatae*; ***Festucion supinae***: *Hieracio-Festucetum supinae, Arenario-Festucetum yvesii, Gentiano-Caricetum curvulae*; ***Festucion gautieri***: *Onosmo-Caricetum humilis, Festucetum gautieri, Oxytropido-Festucetum gautieri, Saponario-Festucetum gautieri, Anthyllido-Festucetum nigrescentis*; ***Primulion intricatae***: *Festuco-Trifolietum thalii, Ranunculo-Seslerietum, Primulo-Adonidetum pyrenaicae, Dryado-Salicetum pyrenaicae, Helictotricho-Bellardiochloetum violaceae, Scorzonero-Festucetum spadiceae*; ***Elynion***: *Elyno-Oxytropidetum hallerii, Carici-Elynetum myosuroidis*; ***Arabidion coeruleae***: *Carici-Salicetum retusae*; ***Salicion herbaceae***: *Gnaphalio-Mucizonietum sedoidis, Anthelio-Salicetum herbaceae, Carici-Cardaminetum alpinae*; ***Xerobromion erecti***: *Teucrio-Brometum erecti; Mesobromion erecti: Euphrasio-Plantaginetum mediae, Bromo-Medicaginetum suffruticosae, Centaureo-Genistetum tinctoriae, Chamaespartio-Agrostidetum capillaris, Alchemillo-Festucetum nigrescentis, Phyteumo-Festucetum nigrescentis, Teucrio-Astragaletum catalaunici, Teucrio-Festucetum spadiceae*; ***Cynosurion cristati***: *Cynosuro-Trifolietum repentis.*
24. Pastizales prepirenaicos: A partir de la cota 600-700 m en la vertiente Sur de las Sierras Exteriores hasta los Altos Valles. Fitocenosis herbáceas (con algunos arbustos) del piso montano prepirenaico. En general, pastizales mesofíticos y xero-mesofíticos basófilos. **10 847 ha. Fitocenosis**: ***Xerobromion erecti***: *Lino-Brometum erecti, Teucrio-Brometum erecti; **Mesobromion erecti**: Euphrasio-Plantaginetum mediae, Bromo-Medicaginetum suffruticosae, Centaureo-Genistetum tinctoriae, Gentiano-Potentilletum montanae)*; ***Ononidion striatae***:*Plantagini-Globularietum cordifoliae, Bupleuro-Onobrychidetum pyrenaicae,Ononido-Anthyllidetum montanae*; ***Aphyllanthion***: *Plantagini-Aphyllanthetum,Bupleuro-Aphyllanthetum, Echinosparto-Lavanduletum pyrenaicae, Aphyllantho-Lavanduletum pyrenaicae, Brachypodio-Aphyllanthetum, Teucrio-Thymetum font-queri, Thymo-Globularietum cordifoliae, Ononido-Santolinetumbenthamianae, Teucrio-Santolinetum pectinis, Festuco-Saturejetum montanae.*

MONTSERRAT, P., 1966. Vegetación de la Cuenca del Ebro. *P. Cent. Pir. Biol. Exp.*, **1 (5)**, 1-22.

RIVAS MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; LOIDI, T.; LOUSA, M.; PENAS MERINO, A., 2001. Syntaxonomical Checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica*, **14**, 5-341.

RIVAS MARTÍNEZ, S.; DÍAZ GONZÁLEZ, T.E.; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, T.; LOUSA, M.; PENAS MERINO, A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica*, **15**, 5-922.

RIVAS MARTÍNEZ, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I.C.O.N.A, 268 pp. Madrid.

NATURAL PASTURES CHARACTERISATION AND PHYTOCENOLOGIC CARTOGRAPHY IN THE HUESCA PROVINCE (SPAIN)

SUMMARY

The results obtained by the Aragon Research Group were presented, concerning the characterisation, cartography and phytocenology of the natural pastures, unmechanizable areas, in the Huesca Province. All of this results are included in the INIA-CCAA Project "Characterisation, Cartography and Evaluation of Spanish pastures". Twenty-four units were determined: 12 of them corresponded to grazed forests; seven of them, to open grazed forests; three of them, to grazed shrublands; and two of them, to grasslands.

Key words: Grazed forests, Open grazed forests, Grazed shrublands, Grasslands.

EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS PASTABLES Y FORRAJEROS DE LAS SUPERFICIES AGRÍCOLAS DE LA PROVINCIA DE HUESCA

M. Maestro[1], I. Delgado[2], A. Broca[3] y C. Ferrer[3]

[1] Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Avenida de Montañana 1005. E-50059 Zaragoza.
[2] Servicio de Investigación Agroalimentaria (DGA). Apartado 727. E-500080 Zaragoza.
[3] Departamento de Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177, E-50013 Zaragoza (España).

Resumen

Se describen y valoran los principales recursos pastables y forrajeros de las superficies agrícolas de la provincia de Huesca: prados y praderas de los *Altos Valles pirenaicos*; alfalfa, praderas, esparceta y veza de las *Depresiones Prepirenaicas*; alfalfa, praderas, maíz forrajero, y rastrojos de maíz-grano de la *Depresión del Ebro*; rastrojos y barbechos de cereal de invierno, que en mayor o menor medida aparecen en las tres unidades citadas. Se aportan datos de superficies ocupadas en secano y regadío, producciones, estacionalidad y calidad, así como del sistema de explotación: pastoreo o siega.

Palabras clave: Prados, praderas, alfalfa, maíz forrajero, rastrojos, barbechos.

Introducción

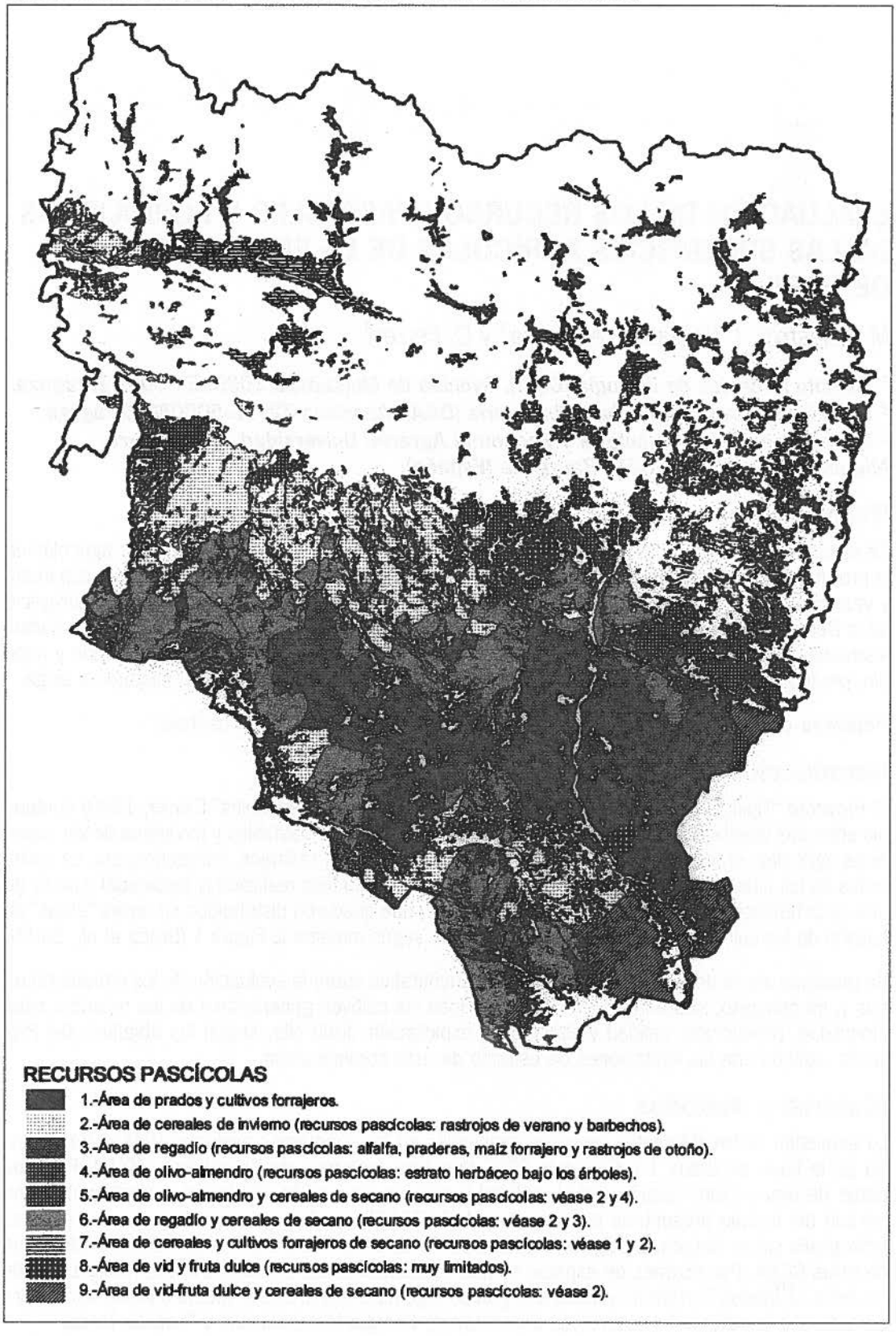
El Proyecto "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles" (Ferrer, 1999) contempla entre sus objetivos la tipificación y cartografía de los recursos pastables y forrajeros de las superficies agrícolas: prados, praderas, cultivos forrajeros monofitos, rastrojos, barbechos, etc. La cartografía de los citados recursos en la provincia de Huesca ya ha sido realizada (y publicada) a partir de una caracterización agrícola de todos los municipios, que quedaron distribuidos en nueve "áreas" en función de los cultivos dominantes o codominantes, según muestra la Figura 1 (Broca *et al.*, 2002).

Se pretende ahora describir y dar información cuantitativa sobre la evaluación de los citados recursos y, en concreto, sobre la superficie que ocupan los cultivos generadores de los mismos, estacionalidad, producción, calidad y sistema de explotación. Todo ello, según los objetivos del Proyecto, aunque con las limitaciones de espacio de esta comunicación.

Material y métodos

La extensión de los diferentes recursos pascícolas en las superficies agrícolas (SA) se ha obtenido de la base de datos 1-T Municipal 2000 (Instituto Aragonés de Estadística, 2001). Para los datos de producción, estacionalidad, calidad y sistema de explotación (siega o pastoreo), se ha partido del trabajo presentado por Maestro *et al.* (2002), donde se recoge además una extensa bibliografía sobre Aragón. En algunos casos (rastrojos, barbechos, etc.) se han extrapolado datos de otras CCAA. Por razones de espacio se han seleccionado los siguientes datos (Tabla 1): Materia Seca, Unidades Forrajeras y Materia Orgánica Digestible por lo que respecta a producción; para caracterizar la calidad del recurso se dan datos de Energía Metabolizable y Proteína Bruta.

Figura 1. Recursos pascícolas de las superficies agrícolas de la Provincia de Huesca.



Resultados y discusión

Los datos de producción y calidad vienen reflejados en la Tabla 1.

Tabla 1: Producción y calidad de recursos pastables y forrajeros de las superficies agrícolas en la Provincia de Huesca.

Recurso	Cultivo de	Sistema de Aprovechamiento	Producción (ha-año)			Calidad		
			kg MS	UF	kg MOD	UF/kgMS	EM*	%PB
Rastrojo	Secano	Pastoreo	1867	488	430	0,26	3,6	4,0
cereal	Regadío	Pastoreo	2535	920	950	0,36	5,8	4,7
Barbechos	Secano	Pastoreo	556	475	383	0,85	10,7	16,2
Prados Pirineo	Secano	Heno-1c	3912	2331	2190	0,60	8,7	8,6
		Pastoreo	1385	982	900	0,71	10,1	20,2
	Regadío	Heno-2c	6185	3977	3633	0,64	9,2	11,4
		Pastoreo	1487	1251	996	0,84	10,4	19,5
Praderas Pirineo	Secano	Heno-2c	5261	3185	3000	0,61	8,9	11,4
		Pastoreo	1497	1243	1018	0,83	10,6	19,2
	Regadío	Heno-2c	7248	4648	4300	0,64	9,2	13,3
		Pastoreo	4192	3142	2680	0,75	10,0	19,3
Alfalfa Prepirineo	Secano	Heno-4c	5244	3671	3356	0,70	10,0	18,5
		Pastoreo	1528	1284	1049	0,84	10,7	24,0
	Regadío	Heno-5c	7779	5445	4940	0,70	9,9	18,6
		Pastoreo	1241	1065	891	0,86	11,2	23,0
Esparceta Prepirineo	Secano	Heno-1c	2763	1796	1685	0,65	9,5	13,7
		Pastoreo	2325	1907	1558	0,82	10,4	21,0
Praderas Prepirineo	Secano	Pastoreo	8704	5678	5066	0,65	9,1	13,9
	Regadío	Heno-3c	8355	5092	4846	0,61	9,0	16,7
		Pastoreo	1020	714	612	0,70	9,3	22,1
Veza	Secano	Heno-1c	3647	2660	2278	0,73	9,7	13,9
Alfalfa Depresión Ebro	Regadío	Heno-6c	11800	8260	7670	0,70	10,1	20,6
		Deshidrat.	15390	11387	10311	0,74	10,4	21,0
Praderas Depresión Ebro	Secano	Pastoreo	2200	1589	1347	0,72	9,5	20,5
	Regadío	Heno-5c	12307	7384	6892	0,60	8,7	13,8
		Pastoreo	956	594	535	0,62	8,7	16,1
Rastrojo maíz	Regadío	Pastoreo	7220	3414	3740	0,47	8,1	5,4
Maíz forrajero	Regadío	Pastoreo	12950	8700	8080	0,67	9,7	5,2
Bajo olivo/almendro	Secano	Pastoreo	110	95	77	0,86	10,9	16,4

MS: materia seca; UF: unidades forrajeras; MOD: materia orgánica digestible; EM: energía metabolizable en MJ /kg MS; PB: proteína bruta; Pastoreo: oferta; Heno-1c/6c: número total de cortes.

Ratrojos y barbechos de cereal de invierno.

El cultivo de cereal que origina estos recursos aparece con mayor o menor relevancia en todas las áreas definidas en la Fig. 1, tal como puede verse en la Tabla 2.

Tabla 2: Cultivo y barbecho de cereal de invierno en las "áreas" de la provincia (Fig. 1).

"Áreas"	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
ha	1.223	79.604	18.022	225	16.432	55.010	14.223	406	6.949	192.094

Los ***rastrojos de verano del cereal de secano*** (cebada fundamentalmente) se han cuantificado, a partir de los resultados obtenidos en Navarra (Ferrer y Mangado, 2001), en 1960 kg/ha de paja y 96 kg/ha de grano, equivalentes a 488 UF (96 de cebada y 392 de paja). Para el ***regadío*** (principalmente trigo) se ha considerado 2535 kg MS/ha, de los cuales 2341 kg son de paja, 35 kg de grano y 159 kg de vegetación espontánea (Valderrábano, 1991).

Los ***barbechos*** suponen el 30 % de la SA dedicada al cultivo de cereal de invierno de secano. Para su valoración se han extrapolado las evaluaciones de Robledo (1991) en Murcia.

Área de prados y cultivos forrajeros (Pirineo Axial).

Comprende la SA de los fondos de valle pirenaicos, actualmente ocupados por prados, praderas y alfalfares en un 91 % (Tabla 3). El 9 % restante (1223 ha) se destina a cereal (Tabla 2). El regadío supone en esta zona un 16-17 % de la SA. Los datos del 1-T Municipal 2000 no desagregan los alfalfares y las praderas, englobando ambos bajo el término de "alfalfa", lo que se explica porque la alfalfa es el componente principal de las praderas. La alfalfa pura es poco frecuente y, por tanto, la mayor parte de estas superficies son realmente praderas.

Tabla 3: Prados y cultivos forrajeros de los fondos de valle pirenaicos.

	Secano	Regadío	TOTAL
Prados (ha)	7.638	1.129	8.767
Alfalfares y praderas (ha)	2.649	769	3.418

Prados. En ***secano*** únicamente tienen dos aprovechamientos. El primero para heno, desde mediados de junio a finales de julio, corresponde a hierba muy madura. El segundo, en octubre-noviembre, se pastorea, pero sólo está garantizado si llueve suficiente en verano. Fitosociológicamente, estos pastos se pueden encuadrar dentro de *Arrhenatherion*, con algunas especies de *Festuco-Brometea*. En el primer aprovechamiento las gramíneas constituyen el 70-80 % de la masa forrajera. En el segundo (pastoreo), el porcentaje relativo de gramíneas disminuye hasta un 50-60%. En ***regadío*** se realizan tres aprovechamientos: el primero en las mismas fechas que en los secanos (junio-julio), para henificar; el segundo, a finales de agosto, casi siempre para henificar; y el tercero, por pastoreo otoñal. Antes del primer corte no se riega, por la baja temperatura de las aguas de deshielo.

Praderas. Suelen ser de *Medicago sativa*, *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea*. En ***secano*** se dan dos aprovechamientos (junio, agosto) para henificar y un último (octubre) para pastoreo. En ***regadío*** suelen obtenerse cuatro aprovechamientos: junio, agosto, septiembre y octubre, los dos primeros para henificar y los otros dos por pastoreo.

Área de cereales y cultivos forrajeros de secano (Prepirineo).

Se ubica en las Depresiones intermedias prepirenaicas. Además de 14.223 ha de cereales (Tabla 2), los cultivos forrajeros ocupan 8861 ha, de ellas el 89 % de secano. Los datos 1-T no desagregan, en el concepto de "otros forrajes" de secano, las praderas y el cultivo de esparceta. No obstante, se estima que este último supone un 27 % de la superficie forrajera del secano. El cultivo de avena-veza, es anecdótico en esta zona. Véase Tabla 4.

Tabla 4: Cultivos forrajeros en las depresiones intermedias prepirenaicas.

	Secano	Regadío	TOTAL
Alfalfa (ha)	2.410	469	2.879
Esparceta (ha)	2.106	0	2.106
Praderas (ha)	3.384	492	3.876

Alfalfa (*Medicago sativa*, cv. 'Aragón' casi siempre.). La alfalfa de ***secano*** se mantiene durante seis años (incluido el de siembra) y se le dan cuatro cortes anuales para heno y un pastoreo otoñal. La alfalfa de ***regadío*** se mantiene durante seis años (incluido el de siembra) y se le dan cinco cortes al año para heno más un pastoreo otoñal.

Esparceta (*Onobrychis viciifolia*). El cultivo, siempre en secano, suele mantenerse durante cuatro años (incluido el año de siembra) y excepcionalmente se llega hasta un quinto año. La siembra se realiza en abril-mayo y el primer año sólo se realiza un pastoreo otoñal. En los tres años siguientes, de mitad de mayo a mediados de junio, se da un corte para henificar y posteriormente, entre octubre y noviembre, se realiza un pastoreo.

Praderas. En ***secano***, en general, son de *D. glomerata*, *F. pratensis*, *Trifolium repens* y *O. viciifolia*. Normalmente se hacen tres aprovechamientos, pudiendo ser cuatro cuando se trata de secanos "frescos". Predominan los aprovechamientos mediante pastoreo, desde primeros de mayo a primeros de noviembre. En ***regadío*** la mezcla de siembra más general es de *Lolium multiflorum*, *D. glomerata*, *T. repens* y *T. pratense*. El manejo de estas praderas es variable, pudiendo ser de tres, cuatro y hasta cinco aprovechamientos desde primeros de abril hasta primeros de noviembre, combinando henificación y pastoreo. En el caso intermedio de cuatro aprovechamientos, se suelen hacer tres cortes para henificar y un pastoreo otoñal.

Veza (*Vicia sativa*). En el ***secano***, la veza permite romper el monocultivo del cereal y puede sustituir al barbecho. Se siembra en otoño, generalmente con avena o cebada como tutor, y se puede pastar de enero a mayo, o dar un corte para heno en mayo-junio.

Áreas "de regadío" y "de regadío y cereales de secano" (Depresión del Ebro).

Ambas zonas están situadas en la Depresión del Ebro, en el tercio sur de la Provincia. El "área de regadío" está constituida por un conjunto de municipios con un promedio del 90 % de la SA en regadío. En el "área de regadío y cereales de secano", el regadío sólo supone un 46 %. En ambos casos, la mayor parte del regadío se dedica a los cultivos forrajeros (alfalfa y praderas) y al maíz (en general para grano y en pocos casos para forraje, no teniendo datos de desagregación de ambos conceptos). No obstante, también es frecuente, aunque en menor proporción, la dedicación del regadío a cereal (especialmente trigo), fruta dulce, etc. La Tabla 5 recoge las superficies que aportan recursos forrajeros en ambas áreas.

Tabla 5: Recursos en "área de regadío" y "área de regadío y cereales de secano".

	REGADÍO			SECANO	
	Alfalfa	Praderas	Maiz	Alfalfa	Praderas
"Área de regadío" (ha)	29.858	7.599	12.621	63	3.068
"Área de regadío y cereales de secano" (ha)	10.963	2.092	13.196	206	6.687

Alfalfa. En ***regadío*** la alfalfa (fundamentalmente cv. 'Aragón') se siembra en octubre y se mantiene en producción durante cuatro años. De media se realizan seis cortes por año que se henifican en el campo o se llevan a deshidratadoras. Para las producciones y características de la alfalfa de ***secano*** pueden extrapolarse los datos del "área" anterior (Prepirineo).

Praderas. La especie fundamental en ***secano*** es *L. multiflorum*. Se siembran en otoño y se pastan en primavera (y en invierno si el otoño es lluvioso). En ***regadío*** la pradera-tipo del Valle del Ebro es una mezcla de *F. arundinacea*, *D. glomerata*, *L. perenne*, *T. pratense* y *T. repens*. En ella se obtienen cinco cortes para heno y un pastoreo de otoño-invierno.

Rastrojo de maíz. El cultivo del maíz orientado a la producción de grano deja sobre el terreno cantidades importantes de cañote que a menudo es destruido y en otros casos, es mínimamente utilizado por el ganado. Las producciones (Tabla 1) son las teóricamente disponibles al finalizar la cosecha del grano (Alibes *et al.*, 1982).

Maíz forrajero (*Zea mays*). Por sus excelentes características fermentescibles se destina a ensilar y es el componente básico en el racionamiento de vacuno lechero.

Áreas "olivo-almendro" y "olivo-almendro y cereales de secano" (Somontanos).

El "área de olivo-almendro" queda reducida en la provincia de Huesca a sólo tres municipios. Más relevante es el "área de olivo-almendro y cereales de secano", donde además son también importantes los cultivos forrajeros de secano y algunos de regadío (Tabla 6).

Tabla 6: Recursos en zonas con olivo-almendro y cereales de secano.

	SECANO				REGADÍO	
	Olivo	Almendro	Alfalfa	Praderas	Alfalfa	Praderas
"Área de olivo-almendro" (ha)	544	500	17	370	28	22
"Área de olivo-almendro y cereales de secano" (ha)	3.535	4.995	333	2.585	731	287

Sobre la alfalfa y praderas, véanse los datos del "área" anterior (Depresión del Ebro). En el olivo-almendro, el pasto se reduce a las malas hierbas que crecen bajo los árboles y que se aprovechan antes de las labores de limpieza. No hay datos productivos de este recurso, pero se estima en el 20 % del atribuido a los barbechos.

Conclusiones

Entre los recursos pascícolas de origen agrícola de la provincia de Huesca, destaca la alfalfa que, ocupando un 14,2 % de la SA, produce el 48,7 % de las UF. Le siguen en importancia los prados y praderas, con un 24,4 % de las UF producidas, ocupando un 13,2 % de la SA, y los rastrojos de cereal de invierno y de maíz-grano, que producen un 24,3 % de las UF en un 57,3 % de la SA.

Referencias bibliográficas

ALIBES, X.; RODRIGUEZ, M.A.; MUÑOZ, F.; RODRIGUEZ, J.; MAESTRE, Mª.R., 1982. Evaluación cuantitativa y cualitativa de rastrojeras de maíz en pastoreo ovino. Datos preliminares. *An. INIA, Ser. Ganadera*, **13**, 45-54.

BROCA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M., 2002. Cartografía preliminar de recursos pascícolas en Aragón. La Provincia de Huesca como ejemplo. *XLII Reunión Científica de la SEEP*, Lleida, 237-243.

FERRER, C., 1999. *Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles*. Proyecto INIA-CCAA OTOO-037-C17. Memoria, 81 pp.

FERRER, V.; MANGADO, J.M., 2001. Evaluación de la oferta pastable de los residuos de cosecha de cereal de invierno en los secanos de la Ribera del Ebro de Navarra. *XLI Reunión Científica de la SEEP*, Alicante, 555-561.

MAESTRO, M.; FERRER, C.; BROCA, A., 2002. Presentación preliminar de una tabla de resultados productivos y analíticos de recursos pascícolas de Aragón. *XLII Reunión Científica de la SEEP*, Lleida, 257-264.

ROBLEDO, A., 1991. Las explotaciones de cereal-ovino en el NO de Murcia: Balance de recursos forrajeros y perspectivas de futuro. *XXXI Reunión Científica de la SEEP*, 139-159.

VALDERRÁBANO, J., 1991. Utilización de las rastrojeras de cereal por el ganado ovino. *XXXI Reunión Científica de la SEEP*, Murcia, 368-372.

EVALUATION OF FORAGE AND GRAZING RESOURCES IN THE AGRICULTURAL SURFACE OF THE PROVINCE OF HUESCA (SPAIN)

SUMMARY

We describe and evaluate the main forage and grazing resources in the cultivated surfaces of the province of Huesca (Spain): meadows and sown meadows from the Pyrenees High Valleys; alfalfa, sown meadows, sainfoin and vetch from the Pre-Pyrenees Depressions; alfalfa, sown meadows, forage maize and maize-grain stubbles in the Ebro Basin; and cereal stubbles and fallows that, to a greater or lower extent, are present in the three geographic aforementioned units. Data on the surfaces (rainfed and irrigated), their yields, quality and seasonality as well as the management system (grazing or mowing) is also included.

Key words: Meadows, sown meadows, alfalfa, forage maize, stubbles, fallows.

A MODO DE EPÍLOGO

A MODO DE EPÍLOGO

P. Montserrat[1], E. Zorita[2] y J.L. González Rebollar[3]

[1] Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Apdo. 64.E. 227000 Jaca, Huesca.
[2] Estación Experimental del Zaidín, CSIC. Prof. Albareda 1, 18008 Granada.
[3] Facultad de Veterinaria. Universidad de León, 24071. León.

Con frecuencia, al realizar una síntesis de nuestras investigaciones, al hacerlo de las conclusiones que creemos derivadas de ellas, o simplemente, al sopesar nuestros conocimientos, nos enfrentamos a uno de los riesgos más conocidos del oficio investigador, un secreto "a grandes voces": **al riesgo de ser obvios.** Se diría que a la investigación no se la financia para ser "obvia". Al contrario, es en el cripticismo donde encuentra buena parte de su crédito. Ser críptico aleja el riesgo de ser plenamente comprendido, lo aleja respecto del neófito (asegurándose que siga siéndolo) y más aun respecto del colega (del que, si no su respeto, al menos garantiza sus dudas). Pero el riesgo se hace aún mayor cuando de lo que se habla es de "cosas vulgares". Y, sin embargo, toda síntesis verdadera, en especial si abarca una dilatada trayectoria profesional, ha de encerrar el valioso germen de la obviedad y aspirar a ser plenamente comprendida.

Por ejemplo, es obvio que España es un país mediterráneo. Una obviedad comprendida durante siglos por quienes no tuvieron otra posibilidad que comprenderlo, los mismos que acertaron a desarrollar unos hábitos y sistemas de aprovechamiento de los medios disponibles, en los que el agua nunca perdió el carácter de ser un bien escaso, muy localizado e impredecible; en los que la fuerte estacionalidad climática recomendaba el cambio de las prácticas o un desplazamiento de los hombres y las haciendas; y en los que la diversificación de usos no solo respondía a la necesidad de complementar unos recursos con otros, sino también a la de minimizar las consecuencias del resultado incierto que cada año habría de traer.

Que la vaca es un herbívoro no solo es otra obviedad, sino también una "vulgaridad", como sería decirlo del caballo, la oveja, o la cabra. Tan obvio como extensivo es hacerlo a los demás fitófagos del planeta (vertebrados e invertebrados) que aprovechan los recursos vegetales de los que dependen, pero también en cuyos ciclos vitales, dinámica y evolución intervienen. Lo hacen desde mucho antes de que el hombre aprendiera (en parte) a imitarlos.

Pero el hombre tecnológico, en aras de la *modernidad* se ha creído *innovador* al subestimar esas obviedades; no lo hizo por ignorancia o por falta de datos, sino por *aculturación*. Construyó en las ramblas porque le parecieron espacios desaprovechados, no porque desconociera la opinión de sus mayores, que lo desaconsejaban. Decidió implantar cultivos "monoespecíficos y foráneos", no porque desconociera su origen alóctono, que tuvo que costear, sino porque le parecían mas productivos y rentables que los de su tierra. Pero, al menos en gran parte del espacio agrario extensivo, no ha podido desconocer las aún mayores voces de su entorno ecológico, que le ha respondido con plagas, incendios y fracasos. Recientes son los ejemplos en los que la *innovación* le ha llevado a subestimar que los herbívoros son herbívoros (no carnívoros, ni detritívoros), y esta vez con resultados graves para su propia salud.

El gestor *universal* esta convencido de que debe distinguirse por su capacidad para tomar decisiones rápidas, sobre grandes extensiones de terreno y muchos recursos. No es un pensador, sino un hombre de acción, y le molestan tanto la prudencia como el esperar paciente. Propugna acciones rápidas y espera respuestas inmediatas. Pero nuestro ambiente (agrario y natural) no responde bien a tales expectativas; es muy poco *universal*: tiende a pormenorizarse en teselas de pequeña escala y desigual vocación, y sus respuestas son siempre lentas. La fuerte variación de las características del medio y la enorme irregularidad climática lo determinan así.

Es cierto que, protegidos en ciudades cada vez más globalizadas, cada vez más desvinculados del ambiente natural que nos rodea, alimentamos una fuerte impresión de omnipotencia técnica. Pero quizá -ante los interrogantes que se abren en la reorientación de nuestros agrosistemas desfavorecidos- lo que determina la pobreza de las respuestas no sea tanto la cacareada *falta de medios*, como las consecuencias de la aculturación colectiva que padecemos. Porque, de hecho, la reconocida eficiencia de muchas prácticas tradicionales, no residía tanto en su adaptación sensata a las características limitantes de cada ambiente concreto, sino en haber logrado ir más allá de la mera observación e imitación, traduciéndose en elementos culturales que se aprendían desde la infancia.

Cuando los medios disponibles son limitados, la eficiencia sólo se consigue a través de una organización adecuada. Pero dicha organización, como respuesta a las posibilidades del entorno, únicamente se adquiere por observación atenta, con naturalidad y sin prisas. Es imposible preverlo todo en nuestro cambiante entorno mediterráneo, y más aun el poder hacerlo siempre con oportunidad. Históricamente, sólo la experiencia acumulada por varias generaciones ha sido capaz de integrar las señales, los datos y los factores de riesgo que, de forma dilatada en el tiempo, nos suministra la variabilidad ambiental mediterránea. Sólo una prolongada valoración de los eventos consigue separar la *señal* del *ruido*, y aprender así las soluciones experimentadas, alertar sobre los peligros, y llenar la memoria colectiva de jalones de conocimiento, mecanismos de prudencia y hábitos contra la desmemoria.

Atendiendo al entramado de señales y diagnósticos que ha regido durante siglos los mejores ejemplos de la gestión mediterránea, convendría decir que mucha *sabiduría* rural sería traducible en un repertorio de *sistemas expertos*. Pero nadie traduciría hoy a un instrumento tan moderno una práctica de diagnóstico "tan antigua". No más antigua, por cierto, que la de la *medicina general*, que, en cambio, sí ha logrado dar este salto. Pero es que, además, apenas quedan *expertos* en nuestro mundo rural. La señal de los animales migradores, la floración de las plantas, o los bioindicadores de buen o mal augurio, no solo han perdido a quienes sabían interpretarlos, sino también su crédito.

Es verdad que una parte de los movimientos sociales más sensibilizados y la supervivencia heroica de no pocos profesionales, ha conseguido atemperar un poco esta tendencia displicente. Pero seguimos pensando que muchas soluciones de nuestros problemas llegarán de fuera, que nuestros climas son indeseablemente secos e imprevisibles, que nuestros montes son una fácil presa de las llamas, que los pastores ya son cosa del pasado, y que lo mejor para nuestras tierras *desfavorecidas* por la PAC es el abandono agrario, la reforestación masiva, o su incorporación a la red de los espacios naturales protegidos.

En todo caso, pocas veces se advierte que tales zonas *desfavorecidas* por la PAC, abarcan una gran parte del país. Suponen, de hecho, casi las dos terceras partes de la *Superficie Agrícola Útil* (*SAU*) de España y su reconversión afecta, de una manera directa, a más de un tercio de la población rural. Son zonas, básicamente vinculadas a modelos agrarios de tipo familiar, muy inadecuadas (social y ecológicamente) para las propuestas de desarrollo que admiramos en otras latitudes. Hoy, tras la Cumbre de Río (1992), el *Programa 21*, consensuado en la Conferencia de Naciones Unidas sobre *Medio Ambiente y Desarrollo* (CNUMAD) recoge al respecto diversos títulos clave. El capítulo 13 (por ejemplo) sobre *Desarrollo Sostenible de las Zonas de Montaña* advierte a la comu-

planes de acción, e inversión, destinados a estas zonas. Programas que fomenten el desarrollo de tecnologías y actividades apropiadas a la capacidad de uso de sus recursos, **advirtiendo la urgente necesidad de establecer vínculos entre los sistemas tradicionales de uso de la tierra y aplicaciones de la ciencia con tecnología útil.**

Recogiendo las llamadas de atención de los foros internacionales mencionados, la titulada agricultura "sostenida" (mejor que *sostenible*), revaloriza hoy el significado de muchos modelos mediterráneos ancestrales. Muchos sistemas de agricultura, silvicultura y pascicultura tradicional se ven respaldados, en efecto, no solo por la coherencia de sus respuestas al mosaico vocacional del territorio, sino también por su implicación en el mantenimiento de unos elevados niveles de biodiversidad, en el de la conservación del patrimonio genético de nuestras razas autóctonas, e –igualmente– en el de otros muchos valores culturales, que deseamos conservar.

Es obvio que nuestros *agrosistemas* deben evolucionar con los tiempos, y que los modernos paradigmas *medioambientales* orientan la exploración de muchas alternativas, pero también es manifiesto que pocas veces se ha acertado con la estrategia correcta. El error más frecuente ha sido olvidar que, en nuestras humanizadas tierras, las relaciones entre lo *ecológico* y lo *cultural* va mucho más allá de la valoración ambiental estricta. Por ejemplo, la creciente red de *Parques y Reservas* apenas ha integrado a la comunidad históricamente *propietaria* de la tierra, y menos aún a sus prácticas más conservadoras, cuando muchas de ellas son las responsables del patrimonio que las mencionadas figuras de protección legal desean preservar. No se trata de ensalzar lo tradicional por lo serlo, sino de comprender que los mejores "ejemplos de gestión rural" lo que reflejan es una extraordinaria salud cultural en sus artífices. El paisaje es el espejo de esta salud.

Hoy no existen tantas limitaciones técnicas como antes había, pero se subestima la importancia de contar con una colectividad rural culturalizada. Sin embargo, es sobre dicha base cultural auténtica donde mejor se asimilan las nuevas técnicas mejoradoras. Ahí, validadas en el contexto cultural que las hace eficaces, es donde pueden crecer las nueva propuestas, extenderse los ejemplos que arrastren, surgir los hábitos más útiles, y percibirse la implicación de cada comunidad en las soluciones de "su tierra". Se olvida con demasiada frecuencia que nuestras comunidades rurales son comunidades adultas, que esperan y agradecen el apoyo del técnico y del gestor formado, pero que jamás aceptan la imposición paternalista. A nadie le satisface que le consideren menor de edad, ni se apunta a una frustración colectiva, por muy enmascarada que se la presenten bajo la forma de ayudas o subvenciones. El joven que heredará la tierra, que busca el porvenir en su comunidad, ha de sentirse implicado en un contexto vitalista o revitalizado que no reniega de sus *raíces culturales*, e incorporar a la comunidad en la toma de decisiones sobre su tierra es el único camino verdaderamente *digno* y "sostenible".

Pero no hay que buscar malos ejemplos al respecto, entre los gestores modernos. Varios de nosotros podemos reconocer en nuestra propia trayectoria profesional momentos en los que nuestros trabajos se orientaban hacia la optimización tecnológica con descuido de la ecología humana. Un conocido (y autocrítico) párrafo de Lovelock muestra hasta qué punto se han olvidado estas cosas en distintos momentos del desarrollo europeo: *me acuerdo de los sermones a los jóvenes agricultores* –dice el autor[1]– *acerca de la ineficacia de los setos que dificultaban el movimiento libre de las máquinas alrededor del campo, en el desperdicio de los prados dejados como pasto permanente en comparación con una buena cosecha de monocultivo de centeno. Nunca pensamos que el mensaje fuese oído de manera tan completa que el gobierno se animara a elaborar una ley que dio lugar a la eliminación de los setos y a la remodelación del comercio agrícola. Ni pasó por nuestra imaginación que la mayoría de los agricultores jóvenes comparten con la mayoría de jóvenes de todas partes su fascinación por los juguetes mecánicos.*

---

[1] J. Lovelock, Las edades de Gaia. Tusquet Editores. Barcelona. 1993.

país se volcó hacia los sistemas intensivos de producción. No se previeron las consecuencias demoledoras para el campo español de la desaparición de los sistemas tradicionales, no se supo prever que transcurrido poco tiempo, la atención europea iba a dejar de centrarse en la cantidad de productos obtenidos, para poner el acento en la calidad y que muy poco más tarde, ahora mismo, el objetivo fundamental de la política agraria de la Unión Europea iba a ser la conservación y revitalización del medio rural. El hecho irreducible y obstinado es que se abandono a su suerte a los grupos que estaban intentando aplicar al campo español, precisamente en sus áreas más desfavorecidas, las virtualidades de la investigación científica. Los componentes de estos grupos sacaron pronto las conclusiones pertinentes. Unos pasaron a ocuparse de temas de mucho mayor lucimiento y rentabilidad inmediata, dentro de la comunidad científica española, algunos otros se refugiaron en la actividad docente para transmitir, al menos, ya que no resultados, inquietudes y preocupaciones a las nuevas generaciones. Finalmente, como era inevitable, otros cayeron en el desánimo.

Quienes trabajamos en los espacios fronterizos de las *ciencias agrarias*, cuando limitan con las del *hombre*, o con las de los *recursos naturales*, somos testigos de la ventajosa apropiación de créditos que practican las disciplinas *analíticas* frente a las de *síntesis*. Una apropiación que alcanza hasta al lenguaje mismo. Hoy los cánones de *excelencia* están volcados en las denominadas ciencias *duras*. Lo demás no solo no logra ser *excelente* o (sencillamente) *bueno* es que **ni siquiera se considera ciencia.** Entendemos que se ha ido más allá de lo razonable en esta especie de *pensamiento único* que subestima todo lo que se considera local, lo nuestro, lo que nadie vendrá de fuera para hacerlo por nosotros.

El 60 % de la S.A.U. del país, como hemos explicado, está en reconversión, configurando no solo un espacio en abandono rural sino también un ámbito en abandono científico y técnico. El cuidado y atención hacia los agrosistemas mediterráneos no encuentra en las disposiciones actuales su encaje adecuado, pero es sobre todo en los sectores de mayor especificidad natural y socioeconómica donde más repercute la falta de un compromiso público en I+D, una apuesta que sea capaz de acercarnos al nivel de desarrollo que tienen otros agrosistemas europeos.

Cada vez más, las actividades de la agricultura extensiva, especialmente en las zonas de montaña (tanto en silvicultura como en pastoralismo), interactúan con los objetivos de las políticas de conservación de la naturaleza, protección del ambiente natural, y mejora de la calidad de vida. De modo que este **"a modo de epilogo"** pretende ser también un **"a modo de prólogo"**, el prólogo de un cambio que –entendemos– está por llegar. Muchos de nosotros no solo no nos oponemos al discurrir de los tiempos, como habitualmente se nos quiere presentar, sino que también deseamos un sistema de I+D que se aproxime cuanto antes al de los países en vanguardia. Ninguno de dichos países descuida sus bienes naturales y culturales, ni penaliza como el nuestro a quienes les dedican su carrera científica. En eso reside también su "riqueza": en el aprecio que otorgan a su patrimonio. Pero esa es otra historia.

AGRICULTURA

GANADERÍA

PESCA Y ACUICULTURA

POLÍTICA, ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA AGRARIAS

FORMACIÓN AGRARIA

CONGRESOS Y JORNADAS

R.A.E.A.

S.E.E.P.

ISBN 84-8474-100-1

9 788484 741008

JUNTA DE ANDALUCIA