

NUEVAS FUENTES DE ALIMENTOS PARA LA PRODUCCION ANIMAL IV

Colección: CONGRESOS Y JORNADAS n.º 30-1993

Coordinadores:

A. Gómez Cabrera
E. J. de Pedro Sanz



JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Agricultura y Pesca

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN, TECNOLOGÍA Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

NUEVAS FUENTES DE ALIMENTOS PARA LA PRODUCCION ANIMAL IV

Trabajos presentados a la IV REUNION CIENTIFICA, celebrada en la E.T.S.I.A.M. de la Universidad de Córdoba el 30 de septiembre y 1 de octubre de 1993.

Coordinadores:

**A. Gómez Cabrera
E. J. de Pedro Sanz**



JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Agricultura y Pesca

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN, TECNOLOGÍA Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA

Edita: JUNTA DE ANDALUCIA. Consejería de Agricultura y Pesca.

Publica: Dirección General de Investigación, Tecnología y Formación
Agroalimentaria y Pesquera.

Servicio de Publicaciones y Divulgación.

Colección: Congresos y Jornadas 30/93

Coordinadores: Augusto Gómez Cabrera y E. J. de Pedro Sanz.

Coordinación y diseño: Heliodoro Fernández López y Rosa M^a Mateo Fernández.

Depósito Legal: SE-1970/93.

I.S.B.N.: 84-87564-87-9.

Impresión: Tecnographic, S.L.

* Se prohíbe la reproducción parcial o íntegra de esta publicación,
sin la autorización expresa de autor/es, o editor.

INDICE

Ponencia I:	<i>Metodología Integrada de evaluación y receptividad ganadera de pastos mediterráneos</i>	9
Ponencia II:	<i>Determinación de Fitomasa forrajera en pastos semiáridos del Sudeste Ibérico</i>	19
Ponencia III"	<i>Evaluación de la capacidad sustentadora en pastos semiáridos del S.E. Ibérico</i>	29
Ponencia IV:	<i>La estimación del valor nutritivo de pastos de montaña</i>	47
Ponencia V:	<i>Efecto de la suplementación sobre la ingestión voluntaria de ganado ovino y caprino en pastoreo</i>	65
Coloquio:	<i>Metología de estudio en extensivo</i>	81
Ponencia VI:	<i>Los sistemas de alimentación en rebaños de pequeños rumiantes en las zonas áridas de Asia Occidental y Africa del Norte</i>	87
Ponencia VII:	<i>Fuentes alternativas de pastoreo y suplementación en épocas críticas de los sistemas extensivos de ovino y sus efectos sobre los estados fisiológicos de los animales</i>	103
Ponencia VIII:	<i>Complementación mineral en ganadería extensiva</i>	111
Coloquio:	<i>Complementación en extensivo</i>	125
Ponencia IX:	<i>Uso de materias primas alternativas en alimentación animal: El caso de las leguminosas de grano</i>	129
Ponencia X:	<i>Estrategia de mezclas completas de subproductos en COVAP</i>	143
Coloquio:	<i>Valoración y utilización de subproductos (I)</i>	151
Ponencia XI:	<i>Subproductos de la industria del maíz: Influencia del proceso de fabricación sobre la degradabilidad ruminal</i>	155
Ponencia XII:	<i>Valoración y uso de grasas en la alimentación de rumiantes</i>	175
Coloquio:	<i>Valoración y utilización de subproductos (II)</i>	179
Ponencia XIII:	<i>Valor nutritivo de la harina de carne, salvado de trigo y harina de girasol para la alimentación de aves</i>	185
Ponencia XIV:	<i>Valor nutritivo de la harina de carne en los rumiantes</i>	207
Coloquio:	<i>Valoración y utilización de subproductos (III)</i>	221
Ponencia XV:	<i>Control de resultados analíticos Interlaboratorios</i>	225
Coloquio:	<i>Valoración de alimentos: controles interlaboratorios</i>	235
Ponencia XVI:	<i>Posibilidades y limitaciones de la aplicación de la técnica NIRS en la evaluación nutricional de alimentos para el ganado</i>	241

Ponencia XVII:	<i>Aplicación de la técnica NIRS en el Laboratorio Agrario de Cabriels (1987-1993)</i>	257
Ponencia XVIII:	<i>Uso de la técnica NIRS en trabajos de I + D en el IEPA</i>	269
Ponencia XIX:	<i>Aplicación del NIRS al control de calidad en la industria de piensos compuestos</i>	279
Coloquio:	<i>Reflectancia en el infrarrojo cercano (I)</i>	291
Ponencia XX:	<i>Evaluación de pastos semiáridos por NIRS</i>	297
Ponencia XXI:	<i>Uso de la técnica NIRS para la predicción de la ingestión de variedades de paja de cebada</i>	315
Coloquio:	<i>Reflectancia en el infrarrojo cercano (II)</i>	325
Ponencia XXII:	<i>IO - El Banco de Datos de alimentación animal de la Asociación Francesa de Zootecnia</i>	329
Ponencia XXIII:	<i>Banco de Alimentos valorados</i>	341
Ponencia XXIV:	<i>Denominación, clasificación y etiquetado de materias primas y piensos compuestos en la C.E.</i>	355
Coloquio:	<i>Banco de Datos. Banco de Alimentos. Legislación.</i>	367
Lista de Participantes	373
Entidades Colaboradoras	381

PRESENTACION

Se recogen en el presente documento los trabajos presentados y el resumen de los coloquios practicados en el seno de la IV Reunión Científica sobre «NUEVAS FUENTES DE ALIMENTOS PARA LA PRODUCCION ANIMAL», celebrada los días 30 de septiembre y 1 de octubre de 1993 en la ETSIAM de la Universidad de Córdoba.

Dicha celebración se produce en medio de una profunda recesión económica y de unos cambios drásticos en la política económica internacional, que se pretende sea cada vez más abierta, obligando con ello a cada zona del mundo a buscar su «nicho» productivo. En el terreno de la agricultura comunitaria se han dado ya los primeros pasos en este sentido, al ponerse en práctica una Política Agraria Común que lucha contra la sobreproducción protegida, a la vez que pretende el mantenimiento de la vida rural, asignando nuevas funciones al agricultor, como son las de preservar el medio ambiente. El desarrollo productivo deberá ser, no el de la sobreexplotación de los recursos, sino un desarrollo sostenible, un desarrollo que mantenga e incluso mejore la capacidad productiva del medio.

Se habla de extensivización como idea productiva y ello parece llevar a mucha gente a la idea de abandono de la técnica. Nada más lejos de la realidad. A la vez que respetuosa con el medio, la producción ha de ser competitiva y por ello debe presentar un alto desarrollo técnico. Precisamente la ganadería extensiva ha sido el sector olvidado dentro de la investigación en producción animal. Preguntas como ¿cuál es la capacidad de carga de un terreno que permite un uso sostenible del mismo? y ¿de qué forma debe ser manejado el ganado en ausencia de pastores que lo guíen? están más cerca de ser contestadas desde la experiencia empírica del ganadero, que desde el conocimiento científico, no sin riesgo de que los cambios que se producen en los sistemas ganaderos desvirtúen las respuestas tradicionales. Asimismo, en la soluciones utilizadas para cubrir los déficit alimenticios en la ganadería ligada a la tierra ha habido mucho de colonización por parte de la industria de piensos compuestos. Falta racionalidad en la complementación de los recursos naturales existentes. Para dar respuesta a estas cuestiones se plantea un primer apartado en el que se presentan propuestas metodológicas y soluciones concretas para estudiar y tratar de paliar los déficit alimenticios.

Por otra parte, sigue siendo necesario ampliar el conocimiento sobre las características y las condiciones de uso de nuevos alimentos, muchos de ellos originados en la agroindustria, que permitan obtener producciones animales de calidad y lo más económicas posibles, de ahí el mantenimiento de un segundo apartado, tradicional en estas Reuniones, dedicado a la valoración y utilización de subproductos.

Asimismo, viene siendo demandada una renovación en las técnicas de valoración y en los sistemas de realización de los controles de calidad de los alimentos, que tengan en cuenta los nuevos conocimientos y la necesidad de aunar precisión, rapidez y economía. Los controles interlaboratorios y el uso de la Reflectancia en el Infrarrojo Cercano, en unión con los Bancos de Muestras Valoradas, tratan de aportar soluciones y los problemas existentes en este campo.

Finalmente, el uso de la información sobre alimentos requiera la puesta en marcha de Bancos de Datos informatizados, que rentabilicen los trabajos de valoración realizados y todo ello en el marco jurídico que establece una legislación comunitaria, a la cual es necesario conocer y con cuyos impulsores es necesario colaborar, con el fin de que sea lo más eficaz posible. Temas, todo ellos, que se recogen en un tercer apartado.

Para evitar que la información transmitida a través de los debates que se produjeron quedara en el olvido, se ha realizado un resumen de las intervenciones por parte de los coordinadoras, intentando en todo momento mantener el espíritu de cada una de dichas intervenciones. No obstante, somos conscientes de la dificultad de rescatar la riqueza de matices de las mismas y la absoluta fidelidad de las ideas que intentaban transmitir cada uno de los intervinientes. Por ello, la información se recoge de forma impersonal, de manera que la única responsabilidad de su correcta interpretación sólo puede ser achacada a estos coordinadores. Esperamos con ello colaborar con el esfuerzo realizado por cada uno de los ponentes, para dar respuestas para la definición del marco de actuación en el futuro desarrollo ganadero.

Los Coordinadores

P o n e n c i a I
METODOLOGIA INTEGRADA DE EVALUACION
Y RECEPTIVIDAD GANADERA
DE PASTOS MEDITERRANEOS

J. BOZA (*)

(*) Estación Experimental del Zaidín (CSIC). Granada

METODOLOGÍA INTEGRADA DE EVALUACIÓN Y RECEPTIVIDAD
GANADERA DE PASTOS MEDITERRÁNEOS

J. Boza. Estación Experimental del Zaidín (CSIC). Granada

La peculiaridad mediterránea que incluye consideraciones climáticas, históricas, sociales y de ubicación geográfica, podríamos resumirla indicando que el clima y en particular la disponibilidad de agua ha sido y es un elemento esencial en su configuración (BOZA y GUERRERO, 1992).

Ecológicamente podemos considerar que los ecosistemas mediterráneos tienen en común su fragilidad, peligro de desertificación y un limitado potencial productivo, aspectos que hacen especialmente difícil acertar con la combinación de usos adecuados para estas zonas, en las que nos parece imprescindible diseñar sistemas sostenibles, no olvidando que a lo largo de la historia, la ganadería ovina y caprina ha sido un componente esencial en el uso de estos ecosistemas.

Se conoce que gran parte de los pastos mediterráneos están degradados, aunque generalmente esta degradación no se haya cuantificado, ni sus causas identificadas, señalándonos recientemente NARJISSE (1992), que ello ha motivado que la conservación de los recursos silvopastorales sea una prioridad de estudio en la mayoría de los países de esta cuenca, particularmente en las zonas más áridas, las del sur y el este, donde han aumentado la población de los pequeños rumiantes, incrementando la degradación de estos pastos (TREACHER, 1992).

Por otro lado, la nueva orientación de la PAC, preocupada más por el deterioro medioambiental que por hacer más competitiva la agricultura, particularmente la de las áreas desfavorecidas, propuso para 1993 a 1997 una serie de medidas de acompañamiento a dicha orientación tales como: estimulación de la cría de razas locales en peligro de desaparición, reconversión de superficies de cultivos en zonas de pastoreo extensivo, extensificación mediante el incremento de las superficies manteniendo el mismo censo, mantenimiento de prácticas de producción ya compatibles con el medio ambiente, entre otras que apoyan el uso ganadero de dichas áreas difíciles, y el mantenimiento de un número suficiente de personas dedicadas a esta actividad, que como señala la nueva PAC "es la única forma de preservar el medio ambiente, un paisaje milenario y un ejemplo de agricultura familiar que es expresión de un modelo de sociedad", indicando que "estas personas podrían y deberían desempeñar dos funciones principales: una actividad productiva y, al mismo tiempo, otra de protección del medio ambiente y desarrollo rural" (MAPA, 1992).

Diversos investigadores han propuesto para las zonas mediterráneas áridas y semiáridas el uso ganadero como alternativa con mayores posibilidades económicas y

conservadores del medio (BOZA y col., 1985; FLAMANT y MORAND-FEHR, 1989; LE HOUEROU, 1989; MONTERRAT, 1990, entre otros), seleccionándose al ganado caprino por su adaptación a los recursos de las áreas difíciles (SHKOLNIK y col., 1980; DEVENDRA y COOP, 1982; RAGGI y BOZA, 1987; MEURET y col., 1991), así como por el alto valor económico de sus producciones (BOZA, 1990).

Basado en los anteriores argumentos acometimos un proyecto de investigación "Planificación ganadera de las zonas áridas del sureste ibérico" dentro del programa "Lucha contra la desertificación del mediterráneo" (LUCDEME), donde se pusieron a punto y se integraron diversas metodologías encaminadas a conocer la capacidad sustentadora de los distintos pastizales mediterráneos del sureste peninsular, así como establecer normas de manejo de la vegetación y del ganado con la que se logren la recuperación de la cubierta vegetal.

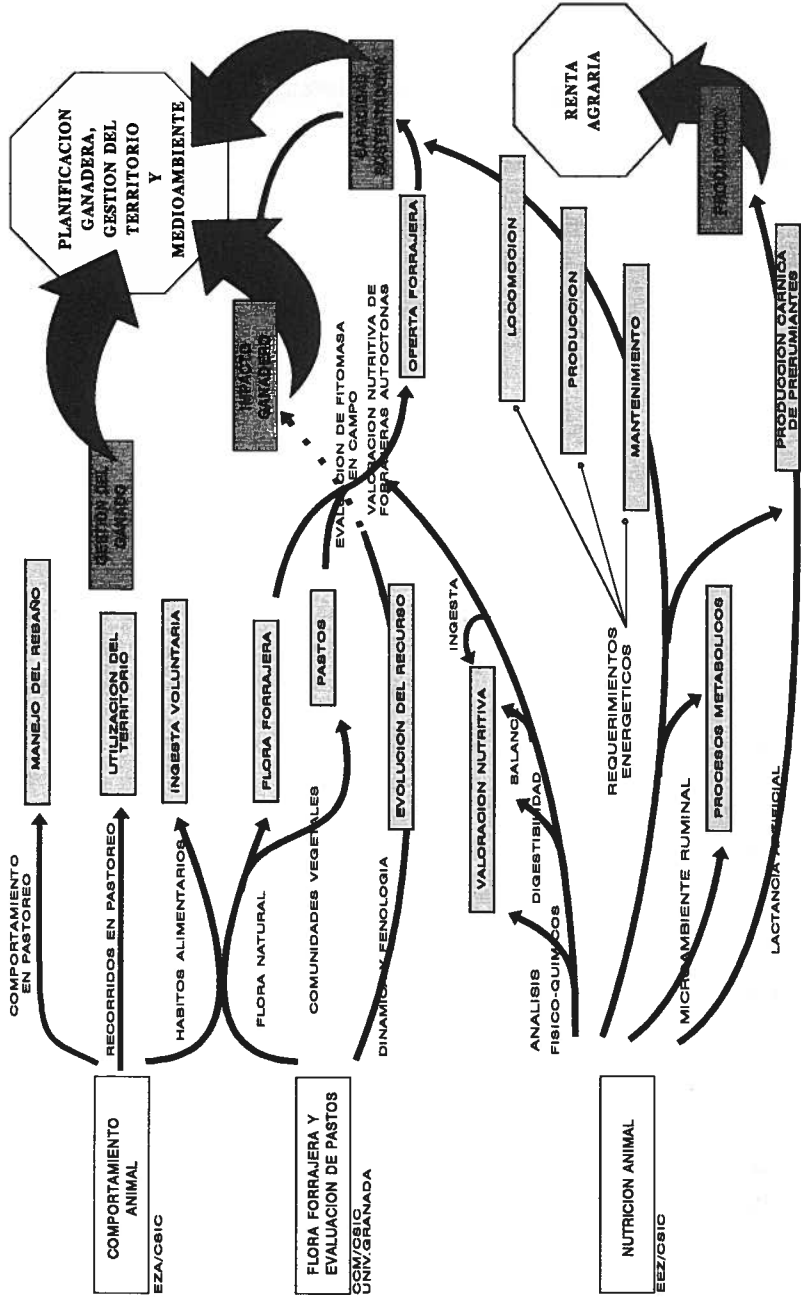
ÁREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA

Para estos estudios se eligieron diversas áreas "piloto" en las provincias de Almería y Granada, con disponibilidad de ganado en régimen extensivo con mínima o nula suplementación alimenticia al pastoreo, zonas representativas del ámbito del programa LUCDEME, particularmente de su vegetación y problemática ganadera, pertenecientes a zonas declaradas como "desfavorecidas", con climatología mediterránea de montaña, sometidas en el pasado a fuerte presión antrópica y con las características de espacio agrario en abandono: marginalidad agrícola, despoblamiento, vegetación secundaria y padeciendo procesos erosivos en diversos grados, aunque existiendo una razonable capacidad de asentamiento ganadero y destacada biodiversidad.

La vegetación en general es escasa y específica de los ambientes secos, lo que limita la opción de uso de dichas zonas, con áreas topográficamente poco accesibles, con lugares elevados con fuertes pendientes, no apropiadas para cultivos en donde los herbívoros y especialmente el ganado cabrío, surgen como una alternativa en el aprovechamiento de dicha vegetación, siendo necesario para ello conocer los hábitos alimenticios de los animales, la producción de fitomasa disponible, el valor nutritivo de las principales especies que forman la dieta de los animales, los distintos requerimientos de estos, al objeto de obtener la capacidad sustentadora o receptividad de cada tipo de pastizal de estas zonas.

Las metodologías seguidas las resumimos en el siguiente diagrama de la página siguiente, que incluye los estudios de comportamiento de los animales en pastoreo, sus hábitos alimenticios estimados por observación directa (SOMLO y col., 1990; GARCÍA BARROSO, 1991) así como el grado de utilización del territorio.

PLANIFICACION GANADERA DEL S.E. IBERICO
LUCDEME. ICONA/CSIC. 1988-92



En lo concerniente al estudio de la flora de interés ganadero, producción de fitomasa, impacto ganadero y capacidad sustentadora de los distintos tipos de pastizal, seguidamente y en extenso les hablarán los responsables de estas acciones Dres. Robles y González Rebollar. En los ensayos específicos de nutrición animal, se ha estudiado la composición físico-química de las especies vegetales principales componentes de la dieta, y de otros recursos alimenticios disponibles en estas áreas, siguiendo los métodos recomendados por la Federación Europea de Zootecnia (VAN ES y VAN DER MEER, 1980) la digestibilidad "in vitro" (TILLEY y TERRY, 1963), así como la digestibilidad "in vivo", por los métodos directos y por diferencias, seguido en nuestro laboratorio (SILVA., 1987; BOZA y col., 1988; FONOLLA y col., 1992). Igualmente se han obtenido los requerimientos energéticos para el mantenimiento, crecimiento, producción de leche y locomoción e ingestión mediante respirometría en cámaras de circuito abierto y confinamiento y ensayos de sacrificio (SANZ SAMPELAYO y col., 1988; AGUILERA y col., 1990; PRIETO y col., 1990 y 1991).

En otro orden de cosas, se han ensayado comparativamente las características de la fermentación ruminal en ovinos y caprinos de la vegetación leñosa de estas zonas y el efecto de la suplementación (MOLINA y col., 1990; GARCÍA SALCEDO, 1992), con resultados sobre los que nos hablará la Dra Molina, responsable de estos ensayos.

Por último, se ha estudiado el comportamiento nutritivo y el crecimiento del cabrito, diseñando un substitutivo lácteo específico con vistas a obtener el crecimiento y la composición de la canal deseada y, cuantificar las exigencias térmicas del ambiente cara a identificar dada la época de las parideras el efecto de las bajas temperaturas (SANZ SAMPELAYO y col., 1985, 1990).

RESULTADOS

De los estudios de GARCÍA BARROSO (1991) sobre el comportamiento de las cabras en pastoreo se podría resumir que *Anthyllis cytisoides* es la especie más importante en la alimentación del caprino en las zonas del SE ibérico estudiadas (63% de la ingesta arbustiva anual), tanto por su abundancia, como por su alta preferencia durante todo el año. Destacan también, *Lavandula multifida*, *Ephedra fragilis*, *Rosmarinus officinalis*, *Artemisia spp.* y *Retama sphaerocarpa* entre las especies arbustivas, y *Plantago albicans* y *Stipa tenacissima* entre las herbáceas, jugando un importante papel diversas especies como complemento de la dieta en épocas adversas tales como *Opuntia ficus indica*, *Prunus dulcis* y *Olea europea*, así como rastrojos de gramíneas cultivadas.

La ingesta de materia seca y en porcentajes de los distintos biotipos que componen la dieta, en las cuatro estaciones del año, se dan en la siguiente tabla:

COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO DE CABRAS EN PASTOREO

Ingesta de materia seca y porcentajes según biotipos (g/cabra/día)

GRUPO	PRIMAVERA		VERANO		OTOÑO		INVIERNO		ANUAL	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
Arboles	70,9	3,4	23,2	1,1	37,6	2,8	3,5	0,2	36,6	2,0
Arbustos	934,2	45,7	1044,2	47,4	674,7	50,7	1133,8	57,8	929,7	50,1
Herbáceas	999,2	48,9	1128,8	51,2	419,2	31,5	794,2	40,5	817,3	44,0
Suculentas	39,7	1,9	8,3	0,4	199,9	15,0	31,0	1,6	73,3	3,9
Total	2044,1	100	2204,5	100	1331,4	100	1962,5	100	1856,9	100

Se han obtenido las necesidades energéticas de la cabra en distintas situaciones productivas, concernientes al crecimiento y mantenimiento de hembras y machos (0,421; 0,401; 0,443 MJ de EM/kg^{0,75}) así como las de producción de leche (5,38 MJ de EM/kg de leche), y las necesidades proteicas de machos y cabras lecheras en mantenimiento (409 y 478 mg de N/kg^{0,75}), en trabajos de SANZ SAMPELAYO y colaboradores (1988), AGUILERA y colaboradores (1990) y PRIETO y colaboradores (1990), así como el costo energético de locomoción (3,37 kJ/kg/m en desplazamiento horizontal, 30,8 J/kg/m en pendiente positiva y 14,7 J/kg/m en la negativa) junto con el coste energético de la ingestión de alimento, que fluctúan según la naturaleza de los mismos de 1,4 a 21,2 J/g de MS/kg PV (PRIETO y col., 1991, 1992).

Igualmente se han obtenido el valor nutritivo de las especies vegetales que componen la dieta de los caprinos, así como de otros recursos disponibles, estudiando su composición fisico-química, digestibilidad "in vitro" y la digestibilidad en caprinos de las especies principales de la dieta (BOZA y col., 1985 y 1988; ROBLES, 1990; FONOLLA y col., 1992). Estos resultados junto con el de los requerimientos de los animales y los de producción de fitomasa sirvieron para establecer la capacidad sustentadora de los distintos pastizales.

También se ha estudiado el comportamiento nutritivo y el crecimiento del cabrito, trabajos dirigidos por la Dra. Sanz Sampelayo, con diferentes ingestas proteicas y grasas, obteniendo crecimientos extremos, de 66,5 a 114,8 g/día con niveles de ingesta de energía metabolizable de 663 a 920 kJ/kg^{0,75}/día, utilizándose de ella del 49,1 al 38,0% para la síntesis proteica y del 50,9 al 62,2% para la grasa, provocando canales del 66,2 al 63,0 de músculo y 8,0 al 11,6% de grasa (SANZ SAMPELAYO y col., 1988 y 1990).

Por último, se ha visto que con el adecuado manejo de la vegetación y de los animales, respetando la capacidad sustentadora de dichas zonas, esta actividad ganadera permite la reconstrucción del medio natural, hecho que está de acuerdo con el actual criterio del efecto positivo del pastoreo en las áreas difíciles (PEARCE, 1992).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en estos ensayos, nos señalan por un lado, la viabilidad del uso de estos pastos mediterráneos de montaña del sureste ibérico por el ganado caprino, perfectamente adaptado a este ambiente seco donde encuentra los recursos necesarios para sus destacadas producciones, y por otro, con un adecuado manejo, su explotación permite la recuperación de la cubierta vegetal, estimándose que con ello se podrán lograr sucesiones de mayor estabilidad y productividad.

Del estudio del comportamiento alimenticio de los caprinos en pastoreo, destacamos la elevada diversidad de los componentes de su dieta, con una gran adaptación a los cambios de la vegetación.

Los ensayos de manipulación de la fermentación ruminal encaminados a mejorar la utilización digestiva y metabólica de los alimentos típicos de estas zonas, así como los de lactancia artificial y obtención de canales de gran calidad, ayudan a superar los actuales rendimientos económicos de esta especie en dichas áreas desfavorecidas.

Terminamos destacando la importancia de los aspectos metodológicos seguidos en estos ensayos, cuya integración nos ha permitido valorar pastizales del sureste ibérico, así como definir la capacidad sustentadora de diversas zonas y el impacto del uso ganadero sobre el medio.



Este trabajo forma parte del proyecto LUCDEME, agradeciéndole a los ganaderos de las áreas piloto, así como a la Granja Experimental Ganadera de la Excm. Diputación Provincial de Granada la colaboración prestada, que ha permitido la realización de estos estudios.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA, J.F., PRIETO, C. y FONOLLA, J. 1990. Protein and energy metabolism of lactating Granadina goat. *Br. J. Nutr.* 63: 165-175.
- BOZA, J. 1990. Sistemas de producción caprina en las zonas áridas del sureste de la península ibérica. *Terra Arida*, 10: 23-34.
- BOZA, J., SILVA, J. y AZOCAR, P. 1985. Recursos alimenticios en zonas áridas. *Simp. Int. Explotación caprina en zonas áridas. Fuerteventura*, 191-223.

- BOZA, J., SILVA, J.H. y FONOLLA, J. 1988. La albaida (*Anthyllis cytisoides*) recurso alimenticio para el ganado cabrío en las zonas áridas del sudeste ibérico. En: Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología de Jaca, 4: 775-780.
- BOZA, J. y GUERRERO, J.E. 1992. Estrategias para la alimentación de ovejas y cabras en zonas semiáridas mediterráneas. 43 Reunión de la FEZ. Madrid. Vol. 1: 343.
- DEVENDRA, C. y COOP, I.E. 1982. Sheep and goat production. En: World Animal Science. C.I. Coop Ed. Elsevier. Amsterdam, 1-14.
- FLAMANT, J.C. y MORAND-FEHR, P. 1989. L'évaluation des ovins et des caprins méditerranéens. Publicación de la Comisión de Comunidades Europeas. Rapport EUR 11893. Luxemburgo.
- FONOLLA, J., SILVA, J.H. y BOZA, J. 1992. Valoración nutritiva de *Acacia salicina* y *Robinia pseudoacacia* en ganado caprino. World Animal Review, 70/71: 54-59.
- GARCIA BARROSO, F. 1991. Estudio del comportamiento alimentario y social de la cabra doméstica en el sureste árido español. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.
- GARCIA SALCEDO, M.A. 1992. Estudio de la ingestión voluntaria y de la fermentación ruminal de pastos naturales de zonas semiáridas en ganado caprino y ovino. Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada.
- LE HOUEROU, H.N. 1989. Agrosilvicultura y silvopastoralismo para combatir la degradación del suelo en la cuenca mediterránea. En: Degradación de zonas áridas del entorno mediterráneo. Monografía Dirección General del Medio Ambiente. MOPU. Madrid, 105-116.
- MAPA, 1992. La nueva Política Agraria Comunitaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. Madrid.
- MEURET, M., BOZA, J. y NARJISSE, H. 1991. Evaluation and utilization of rangeland feed by goats. En: Goat Nutrition. Ed. Morand-Fehr. Pudoc. Wageningen, 160-171.
- MOLINA, E., ISAC, M.D., GARCIA, M.A., AGUILERA, J.F. y BOZA, J. 1990. Actividad ruminal del ganado caprino. Efecto de la calidad de la dieta. Terra Arida. 9: 87.
- MONTERRAT, P. 1990. Pastoralism and desertification. En: Strategies to combat desertification in mediterranean europe. Report EUR 11175. Luxemburgo, 85-103.
- NARJISSE, H. 1992. Livestock in the mediterranean cereal production systems. Pudoc Scientific Publisher. Wageningen, 99-101.
- PEARCE, F. 1992. Mirage the shifting sands. New Scientist. 12 Decembar: 38-42.
- PRIETO, C., AGUILERA, J.F., LARA, L. y FONOLLA, J. 1990. Protein and energy requirements for maintenance of indigenous Granadina goats. Br. J. Nutr. 63: 155-163.

- PRIETO, C., SOMLO, R., BARROSO, G.F. y BOZA, J. 1991. Estimación del gasto energético de caprinos en pastoreo en la comarca de Andarax (Almería). Arch. Zootec. 40: 55-72.
- PRIETO, C., LACHICA, M., BARROSO, G.F. y AGUILERA, J.F. 1992. Energy expenditure by grazing animals. 43 Reunión de la FEZ. Madrid. Vol. 2. 170.
- RAGGI, L.A. y BOZA, J. 1987. Constantes fisiológicas de la cabra. Monografía Medicina Veterinaria, Chile. 1: 28-34.
- ROBLES, A.B. 1990. Evaluación de la oferta forrajera y capacidad sustentadora se un agrosistema semiárido del sureste ibérico. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.
- SANZ SAMPELAYO, M.R. MUÑOZ, F.J., GUERRERO, J.E., LARA, L., ANGUITA, T. y BOZA, J. 1985. Lactancia artificial en cabritos de raza granadina empleo de leche de cabra y un lactorreemplazante. Anales del INIA. Serie Ganadera, 22: 59-73.
- SANZ SAMPELAYO, M.R., MUÑOZ, F.J., GIL, F. y BOZA, J. 1988. Energy metabolism of the Granadina breed goat kid. Use of goat milk and a milk replacer. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr., 59: 1-9.
- SANZ SAMPELAYO, M.R., RUIZ, I., GIL, F. y BOZA, J. 1990. Body composition of goat kids during sucking. Voluntary feed intake. Br. J. Nutr. 64: 611-619.
- SHKOLNIK, A., MALTZ, E. y GORDIN, S. 1980. Desert conditions and goats milk production. J. Dairy Sci., 63: 1749-1756.
- SILVA, J.H. 1987. Evaluación de los recursos alimenticios de las zonas áridas del proyecto LUCDEME en caprinos. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Córdoba.
- SOMLO, R., PRIETO, C., BARROSO, F.G., BUSTOS, M. y BOZA, J. 1991. Simulación de la distancia recorrida por caprinos. Arch. Zootec., 147: 131-139.
- TILLEY, J.M.A. y TERRY, R.A. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc. 18: 104-123.
- TREACHER, T. 1992. Les systemes d'alimentation pour les petit ruminants dans les zones arides de la Mediterranée. Problèmes y perspectives. 43 Reunión Anual de la FEZ. Madrid. Vol. 1: 349.
- VAN ES, A.J.H. y VAN DER MEER, J.M. 1980. Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals. 31st Annual Meeting. EAAP. München.

P o n e n c i a I I
DETERMINACION DE FITOMASA FORRAJERA
EN PASTOS SEMIARIDOS DEL SUDESTE IBÉRICO

ANA BELEN ROBLES CRUZ (*)

(*) Estación Experimental del Zaidín (CSIC). 18008 Granada

**DETERMINACIÓN DE FITOMASA FORRAJERA EN PASTOS SEMIÁRIDOS
DEL SUDESTE IBÉRICO**

Ana Belén Robles Cruz. Estación Experimental del Zaidín. (C.S.I.C.). 18008 Granada.

INTRODUCCIÓN

Dentro del marco de la Política Agraria Comunitaria, la ganadería extensiva con pequeños rumiantes se muestra, en el área mediterránea, como el recurso sostenible con mejores expectativas de rentabilidad económica y estabilidad demográfica. Si bien, como pone de manifiesto Correal et al. (1992) es necesaria una adecuada investigación sobre los recursos silvopastorales de estas área, especialmente de su disponibilidad (Robledo et al., 1992).

Los estudios realizados dentro del proyecto de Planificación Ganadera del Sudeste Árido Ibérico (LUCDEME), nos han permitido obtener datos y resultados de la fitomasa total y forrajera en áreas representativas de los sistemas agrosilvopastorales del sudeste español. Medir la oferta forrajera de estos pastos era uno de los objetivos concretos del proyecto. Por ello, han sido los aspectos metodológicos del estudio los que han orientado el desarrollo de nuestra investigación.

Los pastizales naturales del sudeste español, están dominados por especies perennes (leñosas y herbáceas), propias de etapas seriales de la vegetación. Estas especies constituyen la principal fuente de alimento para el ganado (Robles et al., 1991). Si bien, es frecuente encontrar métodos orientados a evaluar pastos de herbáceas en ambientes húmedos y subhúmedos centroeuropeos, destaca la carencia de métodos específicos para evaluar la oferta forrajera en climas semiáridos del Sureste ibérico. Ello, nos ha obligado a ensayar y poner a punto un conjunto de técnicas para evaluar, en campo, la fitomasa disponible de estos pastizales. Su integración con métodos de laboratorio de valoración nutritiva permitirá determinar la receptividad ganadera en ellos (como se expone en otra comunicación).

Esta comunicación tiene por objeto discutir aspectos metodológicos concernientes a la evaluación forrajera en pastos semiáridos del S.E. ibérico. Se presentan distintos métodos de muestreo (con parcela y sin parcela), dependiendo del tipo biológico de la planta (leñoso, herbáceo).

ÁREAS DE ESTUDIO

Los datos presentados proceden de dos fincas "piloto", incluidas en el proyecto de planificación ganadera anteriormente mencionado. En ellas, se asienta sendas ganaderías de caprino en régimen extensivo.

La primera, "Los Pajares", está situada en la vertiente suroriental de la Sierra de Los Filabres (Benizalón), entre 705-1206 m de altitud y precipitación media anual de 324

mm. Tiene una extensión de 130 ha y una cabaña de 70 a 80 animales.

La segunda, "Bonaya", se localiza en la zona oriental del macizo de Sierra Nevada (Laujar de Andarax), entre 1.100 m y 2.2200 m de altitud y presenta una variación pluviométrica altitudinal entre 921 y 1780 mm. Comprende un área de 1.500 ha y una ganadería próxima a las 400 animales.

MATERIAL Y MÉTODOS

La escala y el detalle de los trabajos de campo depende de la superficie del territorio de estudio. En nuestro caso, las escalas utilizadas han sido 1:5.000 para la finca de menor extensión y 1:18.000 para la mayor.

Previo a la evaluación de la oferta forrajera, y con el fin de estratificar el muestreo, se realizó la tipificación de los pastizales (Carta de Pastos) siguiendo criterios fisionómicos (Godron et al., 1968).

La metodología aplicada, trata de evaluar en campo la importancia de las principales forrajeras en términos de **frecuencia, cobertura, densidad, fitovolumen y producción de forraje**. El tamaño de cada tipo de pastizal y su composición florística (cuantificada) determinan, la oferta forrajera real por unidad de superficie, dato básico para estudios de Capacidad Sustentadora.

El muestreo de las comunidades vegetales se ha diferenciado en: muestreos con parcela y sin parcela. Los métodos de evaluación de la fitomasa ha estado condicionado por el tipo biológico de las plantas, distinguiendo:

1.- Leñoso.-

- **Método de puntos:** Point-Quadrat.- Esencialmente consiste en realizar observaciones secuenciales de puntos, al azar o sistemáticamente, según un protocolo determinado. En nuestro caso hemos utilizado la variante desarrollada por Passera et al. (1983), propuesto para evaluar la vegetación y receptividad ganadera en comunidades arbustivas y herbáceas de la provincia árida de Mendoza (Argentina). La longitud de los transectos fue de 30 m de largo con puntos de observación cada 30 cm (100 puntos por transecto). Con este método se obtiene un valor estimativo, no directo, de frecuencia, cobertura y fitomasa (dada como contribución específica por contacto, C.S.C.).

- **Métodos de distancias:** Closest Individual (Individuo más próximo) y Point-Centred Quarter.- Desarrollados por Cottan y Curtis (1949, 1956), suministran datos de densidad y parámetros métricos (diámetros y altura) de las plantas muestreadas. Han sido ampliamente utilizados en selvicultura y evaluación forestal.

La utilización de uno u otro método ha estado condicionado por la extensión de la finca y la escala de trabajo. El Closest Individual es más adecuado para estudios de gran escala, ya que con el mismo número de puntos de observación se prospecta mayor territorio.

En ambos métodos el número de observaciones por transecto fue de 100. La distancia entre los puntos de observación y la longitud de los transectos varió según la estructura del pastizal y de los morfotipos muestreados (árboles o arbustos).

La combinación de estos dos métodos no destructivos, con muestreos extractivos de las principales forrajeras permite obtener valores de fitomasa (kg/ha).

El muestreo extractivo, selecciona en campo los individuos de cada especie por clases de edades. En cada individuo se toman medidas de altura y diámetros (mayores y menores), y en el caso de los árboles, diámetro de ramillas forrajeras, consideradas como tales aquellas que quedan por debajo de 1.60 m (altura máxima de ramoneo). Paralelamente, se ensayan ajustes de correlación entre las medidas de las plantas (diámetro, altura, volumen o superficie) y fitomasa (total y forrajera). Los mejores ajustes, según morfotipos, dieron:

- Árboles.- Diámetro de ramas forrajeras/fitomasa.
- Arbustos.- Fitovolumen/fitomasa.

En la evaluación de la encina, para el estrato arbustivo, hemos considerado dos morfotipos adicionales: los rebrotes menores de 1 m (tapizan el suelo) y rebrotes mayores a 1.60 m. En ambos, el ajuste fue entre Superficie ofertada/fitomasa.

La plántula de encina, también se muestreo como morfotipo independiente. El mejor ajuste fue entre altura/fitomasa.

La densidad de los diferentes morfotipos de la encina se determinó por el Closest Individual Method.

En todos los casos se realizaron dos pesadas en campo: considerando individuos completos (Fitomasa total) y otra tras simular el ramoneo del animal (Fitomasa forrajera).

2.- Herbáceo.-

Para comunidades de herbáceas Van Dine (1963), entre otros, aconseja métodos destructivos: corte de toda la parcela de muestreo y posterior secado y pesado de la masa vegetal existente.

Mencionar que, en algunos casos, se realizaron muestreos de herbáceas con transectos Point-Quadrat (descrito para leñosas).

Para evaluar la fitomasa de las herbáceas se utilizaron cuadrados de corte de 50 X 50 cm. En ellas, se procedió al corte de todos los individuos de la parcela, evitando partes no forrajeras y, en el caso de algunas gramíneas, las fuertes aristas.

Finalmente, para todos los tipos biológicos, se procedió al secado del material cosechado, 70-80 °C, en estufa de aire forzado hasta conseguir peso constante.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación destacamos algunos de los resultados de fitomasa (kg MS/ha), obtenidos en determinadas comunidades representativas del sudeste ibérico (pisos bioclimáticos termo-mesomediterráneo, mesomediterráneo y supramediterráneo).

Se obvian los datos obtenidos con el método de Point-Quadrat. Estas cifras, en términos de C.S.C., no son extrapolables a valores de kg MS/ha. Delpéch (1960) y Daget et Poissonet (1971) subrayan la conveniencia de limitar este método a comparaciones entre comunidades vegetales afines y siempre evaluadas con él. No obstante, en el apartado de conclusiones se comentaran aspectos metodológicos del mismo.

La tabla 1 recoge los valores de fitomasa total y forrajera del estrato leñoso, fitomasa forrajera del herbáceo (perennes) y fitomasa total forrajera de cada tipo de pasto evaluado. Cabe destacar:

- Mayor fitomasa forrajera en los pastos de los pisos supra y mesomediterráneos, menor en el termo- mesomediterráneo.

- Mayor fitomasa forrajera del estrato leñoso y menor del herbáceo, propio de los ambientes semiáridos.

- Si consideramos la fitomasa del estrato arbustivo, se observa que no existe una relación directa entre fitomasa total y forrajera. Así, el espartal con mayor fitomasa total (30009 kg/ha), es una de las que menos oferta forrajera presenta (343 kg/ha). Resulta de escaso o nulo valor ganadero. El extremo opuesto de esta situación es el tomillar mesomediterráneo, que ofertando la menor fitomasa total lo hace con el máximo de proporción forrajera (23 %).

La tabla 2 muestra los datos de fitomasa forrajera evaluada para los distintos morfotipos de la encina, en distintos tipos de encinar: Denso (cobertura > 50%, individuos senescentes o maduros, sin tratamiento selvícola reciente), Medio (cobertura 25-50%, individuos jóvenes, resalveo y aclarado reciente) y Claro (cobertura < 25%, individuos maduros, resalveo y aclareo). Señalar que:

- Los árboles aportan la menor fitomasa forrajera (sin incluir las plántulas). Sólo se ha evaluado la oferta forrajera de aquellas ramillas de diámetro inferior a 5 cm, situadas a una altura máxima de 1.60 m, y por lo tanto, nuestros resultados no son comparables a los obtenidos por otros autores en dehesas (Gómez et al, 1986; Montoya, 1989; Cañellas et al., 1991) que consideran fitomasa forrajera todo el ramón proveniente de las ramas podadas.

- Los morfotipos arbustivos (2, 3, 4) son los que aportan mayor fitomasa forrajera.

- A pesar de su mayor recubrimiento, el encinar denso muestra menor fitomasa forrajera (295 kg/ha) que el medio (318 kg/ha). Las recientes prácticas de aclareo y resalveo en el encinar medio han hecho prosperar los brotes de la encina, y, por tanto, su

DET. DE FITOMASA FORRAJERA EN PASTOS SEMIÁRIDOS DEL SUDESTE IBÉRICO

oferta forrajera.

Tabla 1.- Fitomasa forrajera (kgMS/ha) en distintos tipos de pastos del S.E. ibérico. Arbustos (fitomasa total y forrajera), herbáceas perennes (fitomasa forrajera).

TIPOS DE PASTOS	ARBUSTOS			HERBÁCEAS	PASTOS
	Total	Forraje	%	Forraje	Forraje
* Piornal	21959	2685	12	270	2955
* Tomillar Supramedit.	5163	1147	22	299	1446
* Tomillar Mesomedit.	1566	353	22	1103	1456
* Escobonal	21730	2810	13	454	3264
* Aulagar	13117	2286	14	168	2454
+ Albaidar denso	7303	665	9	292	957
+ Albaidar claro	3342	160	5	115	275
+ Albaidar-Romeral	16215	1376	8	111	1487
+ Espartal	30009	343	1	35	378

* Closest Individual Method, pisos supramediterráneo y mesomediterráneo

+ Point Cented-Quarter Method, piso termo-mesomediterráneo.

% = Porcentaje de fitomasa forrajera en arbustos.

Tabla 2.- Fitomasa forrajera de los distintos morfotipos de la encina.

Tipo de Encinar	Morfotipos de la Encina (kgMS/ha)					
	Arboles	Arbustos < 1,60 m	Arbustos > 1.60 m	Arbustos de rebrote < 1.00 m	Plantulas	Total
° Encinar Denso	27	84	181	-	3	295
° Encinar Medio	16	31	-	269	2	318
° Encinar Claro	21	16	-	102	1	140

CONCLUSIONES

Respecto a las cuestiones metodológicas podemos concluir:

- En comunidades de matorral, se hace recomendable utilizar métodos específicos, para evaluar la fitomasa de cada tipo biológico.

- La escala de trabajo condiciona, en nuestro caso, la operatividad de las técnicas de evaluación de fitomasa: Point Centred Quarter, para pequeñas escalas y Closest Individual, para grandes.

- Frente a los métodos de puntos, consideramos los métodos de distancias combinados con muestreos extractivos, más adecuados en la evaluación de la fitomasa:

* Los métodos de distancias comportan una medición directa del forraje y tamaño de las plantas en campo. Son métodos más precisos.

* Los métodos por puntos proporcionan una valoración estimativa de la fitomasa. Son menos precisos, aunque más rápidos.

BIBLIOGRAFIA

- COTTAN, G. & CURTIS, J.T. (1949). A method for making rapid survey of woodlands by selected trees. *Ecology* 30: 101-104.
- COTTAN, G. & CURTIS, J.T. (1956) The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37: 451-460.
- 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. *XXXI Reunión científica de la SEEP*. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. 234-239. Murcia.
- CORREAL, E.; ROBLEDO, A. & RIOS, S. (1992). Recursos forrajeros herbáceos y leñosos de zonas áridas y semiáridas. *43 Reunión anual de la FEZ*. 1-23. Madrid.
- DAGET, PH. et POISSONET, J.(1971). Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. *Ann. Agron.* 22(1): 5-41
- DELPECH, R. (1960). Critere de jugement de la valeur agronomique des prairies. *Fourrages* 4: 83-98. France.
- GODRON, M.; DAGET, PH.; EMBERGER, L.; LE FLOCH E.; LONG, G.; POISSONET, J.; SAUVAGE, CH. et WACQUANT, J.M. (1968). *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu (principies et transcription sur cartes perforées)*. 242 pp. CNRS. Paris.
- GOMEZ CASTRO, A.G.; TOVAR, J.; MEDINA, M. & MARTINEZ, A., (1986). Relaciones entre diámetro del tallo y peso de las ramas en cuatro especies leñosas mediterráneas. *Archivos de zootecnia*. 35: 132: 1-6.
- ETIENNE, M. Y PRADO, C. (1982). Descripción de la vegetación mediante cartografía de ocupación de tierras. Univ. de Chile, Santiago de Chile, pp. 120.

- MONTOYA OLIVER, J.M., (1989). *Encinas y encinares*. Ediciones Mundi-prensa. 131 p. Madrid.
- PASSERA, C.B.; DALMASSO, A.D. y BORSETTO, O. (1983). Método de Point Quadrat Modificado. *Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas*. FAO/IADIZA. Mendoza. 71-79. Mendoza. Argentina.
- ROBLEDO, A.; RIOS,S. y CORREAL, E. (1990-91). Estimación de la fitomasa en matorrales de albaida (*Anthyllis cytisoides*) del Sureste de España. *Pastos*. 20-21:107-129.
- ROBLES CRUZ, A.B. et al., (1991). Evaluación de la fitomasa en comunidades arbustivas de interés ganadero del sudeste árido español: experiencia piloto " Los Pajares" (Benizalón, Almería). *XXXI Reunión científica de la SEEP*. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. 163-169. Murcia.
- VAN DYNE, G.M. (1963). Influence of small plot size and on range herbage production estimates. *Ecology* 44 (4): 746-759.

Ponencia III
EVALUACION DE LA CAPACIDAD SUSTENTADORA
EN PASTOS SEMIARIDOS DEL S.E. IBERICO

J. L. GONZALEZ REBOLLAR (*)

A. B. ROBLES CRUZ ()**

M. C. MORALES TORRES (*)**

P. FERNANDEZ GARCIA (*)**

C. PASSERA SASSI (*)

JULIO BOZA LOPEZ ()**

(*) Centro de Ciencias Medioambientales. (CSIC). Madrid.

() Estación Experimental del Zaidín (CSIC). 18008 Granada**

(*) Facultad de Ciencias. U. G. Granada**

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD SUSTENTADORA
EN PASTOS SEMIÁRIDOS DEL S.E. IBÉRICO.

J.L. González Rebollar*, A.B. Robles Cruz**, M^a C. Morales Torres***
P. Fernández García***, C. Passera Sassi* y Julio Boza López**

*Centro de Ciencias Medioambientales./CSIC. Madrid.

**Estación Experimental del Zaidín./CSIC. Granada.

*** Facultad de Ciencias/U.G. Granada.

1. INTRODUCCIÓN

Aunque, en sus planteamientos teóricos, ningún plan de acción sobre los recursos renovables de un territorio olvide valorar la capacidad de explotación de los mismos, cuando se trata de recursos silvopastorales, no es raro ver que los puntos destinados a evaluar la capacidad de aprovechamiento ganadero de un monte -su **receptividad o capacidad sustentadora**- componen un capítulo minimizado¹. Y no porque no preocupe. Mas bien porque: o no se ha dispuesto de un procedimiento objetivo para evaluarlo; o se ha desconfiado de la precisión de los mejores métodos (estimándose igual de bueno *el ojo del buen cubero*) o porque ha prevalecido un prejuicio bastante arraigado: *los ramoneadores* (¡al menos los domésticos!), *mejor que no entren en el monte*. Pastoreo y sobrepastoreo han sido sinónimos para muchos gestores de áreas naturales².

Intentando contribuir a la investigación de este tipo de problemas, se formalizó en 1987 el estudio: *Planificación ganadera del Sureste Ibérico (CSIC-ICONA, 1988-1992, programa LUCDEME)*. Macroproyecto que se estructuró como coordinación de distintos subproyectos específicos. Uno de ellos, el denominado *Caracterización y análisis de las comunidades vegetales de interés ganadero* -bajo nuestra responsabilidad- representó la integración formal de un grupo de botánicos del CSIC y de la Universidad de Granada, y la supeditación de sus objetivos sectoriales a la visión integrada del macroproyecto³. Esta ponencia recoge nuestra participación y nuestra propuesta metodológica.

En la formulación inicial de los objetivos, junto a propósitos de carácter formativos, se destacaron los siguientes puntos: *Catalogar las principales forrajeras y pastos del SE; Analizar cualitativa y cuantitativa su valor nutritivo y oferta forrajera; y*

¹Especialmente minimizado si lo comparamos con los protocolos destinados a evaluar la productividad maderera, posibilidades de corta, turnos, etc.

²En los últimos años ésto parece estar cambiando. Cuando menos, los planes de *Uso y Gestión de Espacios Naturales*, la comprensión integral de la *Silvicultura Mediterránea* (implícita en documentos oficiales como, es el caso, el Plan Forestal Andaluz), las recomendaciones internacionales en favor del *Uso Sostenido* de los recursos, o la encrucijada del pastoreo extensivo (entre la política de subvenciones, que prima el nº de cabezas, y la de *Conservación de la Naturaleza*, que limita su número), están siendo una buena oportunidad para revisar esta actitud tradicional.

³La presente ponencia completa las de Boza J., Molina E. y Robles AB.

Evaluar su capacidad sustentadora. De hecho, el último, fue un requisito explícito del organismo financiador.

Las áreas y ganaderías elegidas en el proyecto abarcaron una muestra fidedigna de la flora, comunidades, pastos, y problemáticas ganaderas del SE español. Los estudios realizados en la Sierra de los Filabres (área *piloto: Los Pajares*, municipio de *Benizalón*, Almería), han sido publicadas en la tesis doctoral de ROBLES, AB. (1990), los de Sierra Nevada (*Bonaya, Laujar de Andarax*, Almería) constituyen una tesis doctoral en fase de finalización, y los de la Sierra de Castril (*Parque Natural de Castril, Castril*, Granada) han sido recogidos en sendos informes, en poder de la AMA de Granada (PASSERA, C. et al., 1993) e ICONA (en cuyo mencionado programa LUCDEME se han realizado).

Todos ellos conciernen a zonas declaradas "desfavorecidas" por la C.E.E. Áreas de fuertes pendientes y climatología mediterránea de montaña que, sometidas a una fuerte presión antrópica, reúnen las características habituales de los espacios agrarios en abandono: *marginalidad agrícola, despoblamiento, vegetación secundaria y variable grado de erosión*. Circunstancias que no les han impedido atesorar valores naturales de gran interés (*Parque Natural de Castril*), tener una razonable capacidad de asentamiento ganadero (*Bonaya*) y evidenciar una buena recuperación de la cubierta vegetal (*Los Pajares*).

En este contexto, los propósitos del estudio se han visto relativizados por problemáticas más amplias que las estrictamente ganaderas y, la visión técnica inicial, necesariamente confrontada con los objetivos conservacionistas, económicas y sociales predominantes en cada zona.

2. METODOLOGÍA

Obviamos aquí un preámbulo general sobre los diferentes procedimientos zootécnico o fitotécnicos que se usan para estimar la **receptividad ganadera** de un pasto (métodos que pueden consultarse en diversos textos especializados). Centraremos nuestra exposición en la manera en la que hemos trabajamos en el mencionado proyecto, utilizando como ejemplos algunos resultados de ROBLES, AB. (1990).

2.1 Oferta forrajera

Los ensayos previos, realizados con distintas técnicas de evaluación de fitomasa en campo, y la discusión de los métodos de valoración pastoral de forrajeras y pastos, llevaron a preferir, entre las primeros, las de evaluación directa (frente a la estimación que proporcionan las de contactos con agujas) y, entre los segundos, los de valoración energética (frente a los que se apoyan en índices de calidad específica)

En el caso de las forrajeras leñosas, la evaluación de la oferta en campo se realizó multiplicando la fitomasa media por individuo (Kg./individuo) -obtenidos por muestreo estratificado de forrajeras- por su densidad en cada tipo de pasto

(nºindividuos/superficie) -dato obtenido mediante transectos *Point-Centred-Quarter* y *Closest Individual Method*- . El resultado se expresó como kilogramos de Materia Verde, de la forrajera "i", por hectárea de pasto (**Kg.MV/ha**). En el caso de las herbáceas, este dato se obtuvo directamente de las parcelas de corte.

Paralelamente, el muestreo de las forrajeras de cada zona y su tratamiento en el laboratorio, permitió establecer en cada forraje, la relación existente entre Materia Seca y Materia Verde . Así, los referidos datos de fitomasa en campo, expresados en **Kg. MV/ha**, se transformaron en **Kg. MS/ha**.

Por su parte, los análisis químicos y de digestibilidad (*in vitro/in vivo*) de las fracciones muestrales proporcionaron los valores de la Materia Orgánica Digestible, que sirvieron para obtener las cifras de Energía Digestible y Energía Metabolizable. Ambas en Megajulios por kg. de Materia Seca (**MJ/kg MS**).

Conocidos la cantidad de forraje que cada especie proporciona a cada pasto, en términos de **Kg. MS de la forrajera "i"/ha de pasto**, y su calidad nutritiva por unidad de peso seco, en **MJ de la forrajera "i"/kg MS propia**, la traducción a **Energía Metabolizable** por forrajera y pasto (**MJ de la forrajera "i"/ha de pasto**) es inmediata. La suma de estos valores, de todas las forrajeras del pasto, proporciona la **Energía Metabolizable Total** del mismo (**MJ /ha de pasto**).

La **Tabla I** resume el proceso de cálculo. Los datos proceden del estudio de ROBLES, AB. (1990) del que se ha tomado como ejemplo la comunidad denominada "Albaidar-Espartal".

En definitiva, el denominado⁴ "Albaidar-Espartal", proporciona una Oferta Forrajera Total que, en términos de Energía Metabolizable Disponible al año, se evalúa en 1.774 MJ/ha. Este dato es el que en su momento se confrontará con los requerimientos energéticos del animal prototipo de la zona y el que, según evaluemos condiciones de **mantenimiento** o de **producción**, determinará la **receptividad** del mismo.

2.2 Requerimientos animales

La evaluación de los requerimientos nutricionales de los animales de cada área se llevó a cabo utilizando, tanto los datos de otros subproyectos coordinados⁴, como los resultados de análisis al efecto, realizados bajo la dirección del *Departamento de Nutrición Animal* de la *Estación Experimental del Zaidín-CSIC*. Adicionalmente se utilizaron algunos datos publicados (su reseña bibliográfica aparece recogida en cada tabla).

⁴Ver ponencia de Boza,J.

Tabla I
OFERTA FORRAJERA
Albaidar-Espartal
(Benizalón)⁴

ESPECIES	N	PFT	PF	OF	A	D	OFC	RE	EMD
	Individuos	kg/m	kg/m	kg/ha	*	*	kg/ha	MJ/kg	MJ/ha
<i>Retama sphaerocarpa</i> ^T	397.5	0.41	0.07	28.05	1	1	28.1	10.41	292.0
<i>Asparagus albus</i> ^T	99.4	ip	ip	ip	.8	.25	ip	8.40	ip
<i>Stipa tenacissima</i> ^T	1987.3	9.75	0.08	157.30	.6	.50	47.2	6.74	318.1
<i>Anthyllis cytisoides</i> ^T	894.3	0.44	0.04	34.76	1	1	34.8	4.43	154.0
<i>Artemisia barrelieri</i> ^T	3875.2	0.13	0.01	24.15	.4	.50	4.8	9.33	45.1
<i>Thymus baeticus</i> ^T	397.5	0.05	0.01	3.34	.2	.25	.2	7.54	1.3
<i>Phagnalon saxatile</i> ^T	993.6	0.01	0.005	4.52	.8	1	3.6	7.70	27.8
<i>Launaea lanifera</i> ^T	1291.7	ip	ip	ip	.6	.50	ip	4.69	ip
<i>Fumana laevipes</i> ^P	10.000			2.33	.8	1	1.9	6.09	11.4
<i>Dactylis glomerata</i> ^P	8888.9			11.00	1	1	11 ³	9.30	102.3
<i>Hyparrhenia hirta</i> ^P	403.333			20.00	.6	.25	3	7.81	23.4
<i>Plantago albicans</i> ^P	2222.2			10.33	1	1	10.3	6.98	72.1
(Herbáceas anuales) ^P	1.430.000			403.67	.8	.25	80.7	9.00	726.6
Energía Metabolizable Disponible (MJ/ha/año)									1.774

T = EVALUACION MEDIANTE TRANSECTOS

P = EVALUACION MEDIANTE PARCELAS DE CORTE

ip = INAPRECIABLE

- N= Densidad (Individuos/ha)
 PFT= Promedio de Fitomasa Total (Kg. MS/individuo)
 PFF= Promedio de Fitomasa Forrajera (KgMS/individuo)
 OF= Oferta Forrajera Especifica (N x PFF, en KgMS/ha)
 A= Coeficiente de Apetencia (Rangos: 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1)
 D= Coeficiente de Disponibilidad (Rangos: 0, 0.25, 0.50, 0.75 y 1)
 OFC= Oferta Forrajera Corregida (OF x A x D, en KgMS/ha)
 RE= Rendimiento Energético Especifico (MJ/Kg MS forrajera)
 EMD= Energía Metabolizable Disponible (OFC x RE, en MJ/ha)

La evaluación diferenció situaciones de **mantenimiento** y situaciones de **producción**, incorporando al cálculo las cifras del gasto energético de **locomoción**, que constituye la principal actividad física en pastoreo⁵. Los datos prototipo de la cabaña de *Los Pajares* (Benizalón), que tomaremos de ejemplo, fueron:

2.2.1 *Condiciones de mantenimiento (Tabla II):*

Tabla II

Animal prototipo	Peso vivo	Raza	Requerim. energét. ¹
Hembra no gestante ni lactante	45 Kg.	Granadina	401 kJ/kg PV ^{0.75} y día
¹ Aguilera y col, 1990			
Tot. animal/día = 401 x 45 ^{0.75} x 1.30 = 9.06 MJ.		Tot. animal/año = 3.306.9 MJ.	

2.2.2 *Condiciones de producción (Tablas III, IV y V):*

Tabla III

Ganadería prototipo	Nº	P.V. (A)	P.V. ^{0.75} (B)	EM. mant. (C)	EM CREC. (D)
Hembra/LACTACION	80	45	17.4	401 ¹	
Machos	2	67.5	23.5	443 ²	
Indiv. CRECIMIENT.	18 ³	20-45	13.6	421 ⁴	30.3 ⁵
¹ Aguilera y col, 1990					
² Prieto y col, 1990					
³ 17 hembras de 3-15 meses y 1 macho de 1-5 meses					
⁴ Aguilera y col, 1991					
⁵ N.R.C. 1981					

- A= Peso Vivo (Kg.)
- B= Peso Metabólico (Kg.)
- C= Energía Metabolizable para mantenimiento (KJ/ Kg. PV^{0.75} y día)
- D= Energía Metabolizable para crecimiento (KJ/g de incremento de peso)

⁵En 1989, época a la que corresponde el estudio de *Benizalón*, se utilizaron los primeros resultados de PRIETO y col (1991a). Estos autores evaluaban el **gasto energético de locomoción** en un 30% de la EM de mantenimiento. Puesto que su estudio se realizaba en un área de mayor pendiente que la nuestra, se esperaba que dicha evaluación, por sobrestimación, permitiese establecerse un aceptable margen de seguridad. De hecho, los estudios específicos realizados con posterioridad en la zona, permitieron revisar este umbral, que quedó establecido entre 9.4 y 18.4%. PRIETO y col (1991b).

EVAL. DE LA CAPACIDAD SUSTENT. EN PASTOS SEMIÁRIDOS DEL S.E. IBÉRICO.

Siendo requerimientos de lactación/gestación:

Tabla IV

Animal prototipo	Leche (A)	KI (B)	EN l/l (C)	EM Gest. (D)
Hembra/LACTACION	280	66.7 ¹	3.59 ¹	318 ²

¹ Aguilera y col. 1990
² N.R.C. 1981

A= Producción láctea (litros/210 días)

B= Eficiencia de utilización de la EM para la lactación (%)

C= Energía Neta por litro de leche (MJ/l)

D= Energía Metabolizable para la gestación (KJ/ kg. PV^{0.75} y día)

Requerimientos totales (Resumen):

En definitiva, para la gandería prototipo, son:

Tabla V

CLASES	Energía Metabolizable (MJ/clase/año)					N°	TOTAL (MJ/año)
	Mant. (A)	P.Lact. (B)	Crece. (C)	Gesta. (D)	TOTAL año/año		
Hembra/LACTACION	3306.9	1507.1	-	331.8	5145.8	80	411664.0
Machos	4949.0	-	-	-	4949.0	2	9898.0
Indiv. CRECIMIENT.	2718.9	-	757.5	-	3476.4	18	62575.2
						100	484137.2
	Promedio (MJ/individuo/año)						4.841

A= P.V.^{0.75} x EM_{mantenimiento} x 365 x 1.30

B= 280 x EN/KI

C= 25 x EM_{crecimiento}

D= P.V.^{0.75} x EM_{gestación} x 60

2.3 Capacidad Sustentadora

El cálculo de la **Receptividad** de cada pasto se ha obtenido confrontando los valores de su **oferta forrajera**, en MJ/ha/año (punto 2.1), con las cifras de **necesidades energéticas** calculadas para las condiciones de **mantenimiento** y **producción**, en MJ/animal/año (puntos 2.2.1 y 2.2.2).

3. RESULTADOS

En el ejemplo de *Benizalón* que hemos venido siguiendo, el procedimiento descrito conduce a la siguiente evaluación:

3.1 Oferta forrajera anual (*Albaidar-Espartal*)

ENERGIA METABOLIZABLE DISPONIBLE: **1774 MJ/ha/año**

3.2 Requerimientos energéticos anuales (Animal prototipo)

REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO: **3.307 MJ/cabra/año**

REQUERIMIENTOS DE PRODUCCION: **4.841 MJ/cabra/año**

3.3 Capacidad Sustentadora (*Albaidar-Espartal*)

Condiciones de mantenimiento

$$C.S._{\text{mantenimiento}} = 1774/3.307 = 0.54 \text{ cabras/ha/año}$$

Condiciones de producción

$$C.S._{\text{producción}} = 1774/4.841 = 0.37 \text{ cabras/ha/año}$$

A modo de ejemplo, resumimos en la Tabla IV las cifras obtenidas para la **receptividad ganadera** de los pastos de *Los Pajares (Benizalón)*. El procedimiento de cálculo ha sido el anteriormente descrito y sus detalles pueden consultarse en ROBLES, AB (1990):

Hacemos notar que los valores de **mantenimiento** y **producción**, obtenidos para el conjunto de la **zona piloto -0.92 y 0.63** respectivamente- se han obtenido como medias ponderadas de los valores de C.S. de cada pasto. En su cálculo, los **coeficientes de peso** han medido la contribución de cada pasto en proporción a la superficie que cada uno aporta a la total de pastoreo.

Tabla VI

TIPO DE PASTO	Superficie m²	Proporción coef.	CS.Mant. cabr./ha	CS Prod cabr./ha
<i>Albaidar denso</i>	350.308	0.340	1.28	0.88
<i>Albaidar claro</i>	358.226	0.350	0.57	0.39
<i>Albaidar-Espartal</i>	41.043	0.040	0.54	0.37
<i>Espartal</i>	4.745	0.005	0.29	0.20
<i>Romeral</i>	76.822	0.075	0.87	0.60
<i>Tomillar</i>	154.555	0.151	1.08	0.74
<i>Aulagar</i>	34.803	0.034	1.03	0.70
TOTAL.....	1.020.502	1.000	0.92	0.63

4. DISCUSIÓN

Hasta aquí el procedimiento seguido para calcular la receptividad de los pastos de *Los Pajares (Benizalón)*. Con muy pocas variaciones, éste ha sido también el protocolo seguido para los estudios de *Bonaya (Laujar de Andarax)* y para los del *Parque Natural de la Sierra de Castril (Castril)*. Lo más significativo de ambas nuevas situaciones fueron los factores de escala, y la tipología de pastos y ganados que hubo que considerar.

Con respecto a *Los Pajares* (poco mas de 100 has de pastos y una 70-80 cabras), que sirvió para la discusión de una metodología operativa y contrastada, la zona de *Bonaya* aportó un primer factor multiplicador x 10 (1465 ha/370-400 cabras) y el *Parque Natural de Castril* un segundo factor x 100 (12.137 ha/20.700-20.800 ovino-caprino).

El esfuerzo muestral en estos nuevos casos necesitó ajustarse al mayor número de pastos, mayor superficie de los mismos y, por lo general, mayor heterogeneidad interna. Esto hizo desaconsejable los transectos *Point-Centred-Quarter*. A igualdad del número de observaciones por transecto, estos métodos, si bien son los mas precisos por muestrear las cuatro plantas más próximas a cada punto de observación, son también los que requieren una menor desarrollo lineal⁶. En definitiva, por transecto, son los que prospectan un menor espacio de pasto.

⁶No hay que olvidar que la distancia entre puntos de observación debe intentar ajustarse a la distribución real de las plantas en el pasto, y ésto no depende del método. Así, a igualdad del número de observaciones por transecto, la observación y muestreo a razón de de cuatro plantas

Por esta razón, las grandes escalas de *Bonaya* y *Castril* hicieron recomendable usar transectos mas largos. Se muestrearon mediante *Closest Individual Method*. La precisión del muestreo -cuyas cifras de *densidad*, en todo caso, se afectan de un coeficiente de corrección-, se sacrificó en beneficio de prospectar una mayor superficie de pasto.

Otra peculiaridad adicional, sobre el modelo de *Los Pajares*, lo han proporcionado los pastos arbóreo-arbustivos, de encina (*Quercus rotundifolia*), de *Bonaya*. Estos pastos han impuesto una estratificación muestral, en función de los morfotipos dominantes (ROBLES, AB. y col. 1993)⁷ y una evaluación específica, por "trampeo", de la oferta de bellota.

En cuanto a los requerimientos animales, *Bonaya* no representó un modificación sustancial del protocolo descrito para *Los Pajares*. En cambio el *Parque Natural de Castril*, con una cabaña mixta de 16.049 ovejas y 4.673 cabras, necesitó una conversión a **Unidades Ganaderas Ovinas**. En este caso se han tomado como referencia de *mantenimiento* las necesidades energéticas que MARTIN y col (1986) evalúan en 7.238 MJ/animal y día⁸.

En todo caso, estos matices -impuestos por las peculiaridades de cada zona-, no han afectado al esquema general de trabajo. La investigación realizada durante estos años, ha decantado un modelo capaz de evaluar juiciosamente la **receptividad ganadera** de un pasto mediterráneo y, consecuentemente, el descrito, es el modelo en el que continuamos basando nuestros estudios. Se trata, no obstante, de una metodología sobre la que seguir trabajando⁹. Nuestra propuesta, es una propuesta abierta que sometemos a la discusión de estas *jornadas*, y será adecuado dedicar alguna atención a los puntos más limitantes y a la falta de rutinización y previsión que caracteriza en la práctica administrativa a este tipo de estudios.

A los efectos de la discusión, mencionaremos las siguientes cuestiones:

Apetencia y Disponibilidad: En la Tabla I (página 19) se puede observar la trascendencia de ambos coeficientes en la corrección de la oferta forrajera en campo.

Salvo que se opte por basar los cálculos de **receptividad** en *indices y estimadores*¹⁰, es razonable proponer que la evaluación de la fitomasa en campo se obtenga por **procedimientos directos**, es decir, mediante muestreos extractivos de forrajeras o mediante parcelas de corte. Pero frente a este deseable rigor métrico, no deja

por punto, requiere la mitad de la longitud que la realizada a razón de dos y la cuarta parte de la que opta por observar y muestrear solo una de ellas.

⁷Ver tambien la ponencia de Robles, AB.

⁸PASSERA, C. et al. (1993)

⁹Se ha realizado una Tesis Doctoral y se encuentra en fase de finalización una segunda

¹⁰Opción que fue objeto de ensayo específico. análisis de resultados y desestimación en las fases metodológicas que precedieron al estudio de *Los Pajares (Benizalón)*. ROBLES, AB. (1990)

de ser desequilibrado que los factores de *apetencia* y *disponibilidad*, en definitiva *rangos*, sigan introduciendo un carácter estimativo trascendente (las precisión en gramos, por ejemplo, queda relativizada por las variaciones en kg. que representa optar por un *rango* u otro)¹¹.

Son, consecuentemente, factores que la investigación debe intentar objetivizar. Pero siempre deberá tenerse en cuenta su dependencia de la composición florística de la oferta, época del año, gestión del ganadero, manejo del pastor, etc., circunstancias que son zonales y por ello ligadas a las peculiaridades de cada territorio y explotación ganadera.

Capacidad sustentadora de un territorio: En la Tabla VI (página 21) se resumen las cifras de la evaluación de *Los Pajares (Benizalón)* y se explica cómo, la C.S. del área, se ha obtenido como media ponderada de las cifras de cada pasto. Puesto que los *coeficientes de peso* se han tomado proporcionales a la superficie de cada uno, la C.S. resultante, viene a responder, de hecho, a una determinada hipótesis de trabajo (subyacente) y a evaluar la utilización más extensa del territorio:

La hipótesis subyacente en el mencionado cálculo supone la existencia de una relación directa entre el la superficie de cada pasto y el peso de su oferta en la composición de la dieta anual de los animales. Es decir, se está suponiendo, por ejemplo, que si el 35% de la superficie de pastoreo está ocupada por un determinado tipo de pasto, el 35% de la dieta total anual procede de lo ofertado por él. Así, en ausencia de mejores datos -y en 1989 no se tenían mejores datos- se toma a la superficie como un estimador de la contribución¹³

Tal supuesto hacen del valor de C.S. así obtenido, la evaluación más ajustada a las existencias reales en campo -se encuentre donde se encuentre cada pasto-, existencias cuyo completo aprovechamiento solo es posible con la más racional y extensiva de las prácticas de pastoreo. Por lo tanto, es un cifra independiente de las preferencias y hábitos que se impongan a la gestión del territorio.

Otros requerimientos energéticos: En relación con lo comentado al hablar de los gastos en pastoreo⁶, son igualmente importantes las investigaciones de PRIETO, C. y col sobre requerimientos energéticos de *ingestión* y sobre gastos debidos a limitaciones medioambientales. Los estudios de estos autores permitirán en el futuro incluir dichas consideraciones en los cálculos de **receptividad**.

¹¹ La *apetencia*, frecuentemente, es una *apetencia relativa*. Y depende de que lo sean más o menos otras plantas vecinas. Influye el estado de desarrollo de la planta, la época del año, el tipo de pastoreo, la eventual suplementación, la raza del animal, etc. G.BARROSO, F.(1991). La *disponibilidad*, por su parte, además de verse influida por factores de tiempo/espacio, lo está por las orientaciones que impone el ganadero, que decide los recorridos, zonas de pastoreo y zonas de exclusión.

¹³ Desde 1991, gracias al estudio doctoral de G.BARROSO, F.(1991), se conoce la proporción de territorio utilizado y subutilizado.

Tamaño de las unidades de diagnóstico: En cuanto a las cuestiones de escala que se expusieron al hablar de los casos de *Bonaya* (1.465 ha.) y de *Castril* (12.137 ha.), habría que recordar que el tamaño del territorio a evaluar no solo condiciona el esfuerzo muestral de los trabajos de campo, la operatividad que se busca para las recomendaciones de uso determinan también un tamaño mínimo para las unidades de gestión.

La escala del estudio de *Los Pajares* resultó bien ajustada al pequeño tamaño de la explotación, pero también a la forma de gestión que realizaba el propio ganadero, pastor y propietario. Si hubiésemos impuesto este nivel de detalle en las otras dos áreas de estudio, sobre todo en el Parque Natural de Castril, se hubiese obtenido una carta de pastos "atomizada" en pequeñas unidades, inoperativa a los efectos de gestión y control de los responsables del Parque.

Variaciones intra e interanuales: Es otra de las limitaciones de este tipo de estudios y resulta notable la subestimación de la que es objeto en los planes de gestión de la ganadería extensiva.

Esto nos devuelve a la subestimación que ya recogíamos en la introducción de la ponencia¹ y ². La evaluación de la **receptividad** de un espacio ganadero debería estar rutinizada como practica de control y regulación de los aprovechamientos pascícolas. E, igual que se revisan las existencias de un monte (por omisión, *madereras*), debería estar prevista una revisión periódica de existencias *forrajeras*¹². Olvidar que vivimos en ambientes de gran variación climática estacional e interanual reduce al mero anecdotario la significación de unas cifras de **receptividad** obtenidas durante un año determinado o una estación determinada. El mantenimiento de parcelas excluidas al pastoreo y los cálculos de **receptividad**, realizados periódicamente, permitirían seguir la evolución de los recursos y medir cómo varía su productividad .

5. CONCLUSIONES

La carencia de métodos destinados a evaluar la **Capacidad Sustentadora** de un pasto mediterráneo -especialmente si se trata de un pasto leñoso-, la desconfianza hacia los escasos métodos existentes, los prejuicios sobre el papel de los ramoneadores domésticos (a los que se relaciona con pobreza y marginalidad) y el desinterés de las convocatorias científicas hacia un tema que se considera menor¹³, son circunstancias que parecen estar cambiando.

La razón hay que buscarla en los replanteamientos de la **P.A.C.** (cuyas política de subvenciones se ha reorientado a primar los aspectos medioambientales y culturales de las prácticas agrárias), en las propuestas internacionales sobre *Uso Sostenido de los*

¹²Existencias que no son exclusivas de un destino ganadero (muchas veces visto como obsoleto) sino, igualmente, de la regulación de cualquier carga de herbívoros de un monte.

¹³Solo lo *agrobiotecnológico* goza de algun predicamento oficial.

Recursos, que han venido a coincidir en España con la a revitalización de los modelos de *Silvicultura Mediterránea* e, incluso, de la creciente convicción de que muchos de nuestros *Paisajes y Valores naturales* (*biodiversidad, fauna y flora "esteparia", interrelaciones pasto-herviboro, ciclos biológicos*, etc.) pueden verse tan amenazados por el abandono agrario como la han podido estar por la sobreexplotación. Todo ello sin olvidar algunas expectativas de mercado¹⁴ y la realidad social de amplias zonas mediterráneas, "desfavorecidas" por la CEE,.

En este contexto, el estudio *Planificación ganadera del Sureste Ibérico (CSIC-ICONA, 1988-1992, programa LUCDEME)* ha dedicado uno de sus objetivos a desarrollar una metodología para evaluar la **Receptividad** de los pastos arbustivos del mediterráneos semiárido.

El propósito ha comportado la elección de una serie de "áreas piloto" y la integración de líneas de "campo" y de "laboratorio" según un protocolo metodológico que, finalmente, llevó a confrontar los datos de **oferta forrajera** -en términos de energía metabolizable por unidad de superficie de pasto- con los de **necesidades energéticas animales** -en términos de energía metabolizable por animal tipo-. El cálculo discriminó condiciones de **mantenimiento** y de **producción**.

Esta ponencia recoge las principales fases del estudio y la propuesta metodológica final. Propuesta cuyo esquema exponemos a continuación:

ESQUEMA GENERAL DEL TRABAJO

1 INFRAESTRUCTURA Y DOCUMENTACION

2 MEDIO FISICO, ANALISIS y TIPIFICACION TERRITORIAL

3 ESTUDIO DE LA OFERTA FORRAJERA

3.1 Aspectos cualitativos

3.1.1 Inventariación de recursos y tipificación

3.1.1.1 *Flora y Vegetación*

3.1.1.2 *Forrajeras y Pastos*

3.1.2 Descripción de los recursos tipificados

3.1.2.1 *Forrajeras y Pastos*

3.1.3 Fenología y dinámica

3.1.3.1 *Seguimiento cualitativo en Parcelas de Exclusión*

3.1.4 Mapa de pastos

3.1.4.1 *Cartografía de los Pastos tipificados*

¹⁴En ovino-caprino el promedio de autoabastecimiento comunitario era en 1992 del 83%

3.2 Aspectos cuantitativos

- 3.2.1 Composición forrajera
 - 3.2.1.1 *Medidas de Densidad, Cobertura, Contribución, etc.*
- 3.2.2 Estimadores del consumo
 - 3.2.2.1 *Indices de Apetencia, Preferencia, Disponibilidad, etc.*
- 3.2.3 Fitomasa forrajera
 - 3.2.3.1 *Medidas de Fitovolumen*
 - 3.2.3.2 *Análisis de correlaciones entre Fitovolumen y Fitomasa (muestral)*
 - 3.2.3.3 *Análisis de correlaciones entre Materia verde y Materia seca (muestral)*
- 3.2.4 Valoración nutritiva de forrajeras
 - 3.2.4.1 *Análisis Químicos (muestral)*
 - 3.2.4.2 *Análisis de Digestibilidad (muestral)*
 - 3.2.4.3 *Energía Metabolizable Disponible*
- 3.2.5 Areas de exclusión y Parcelas de corte
 - 3.2.5.1 *Medidas de Densidad, Cobertura, Fenología, etc.*
 - 3.2.5.2 *Medidas de Fitovolumen y Fitomasa*
- 3.2.6 Mapa de pastos
 - 3.1.6.1 *Superficie y Oferta de los Pastos tipificados (planimetría y fitomasa)*

4 ESTUDIO DE LAS NECESIDADES ANIMALES

4.1 Aspectos cualitativos

- 4.1.1 Censo ganadero
 - 4.1.1.1 *Análisis de los tipos de razas*
 - 4.1.1.2 *Análisis de los tipos de explotación*
- 4.1.2 Forrajeras preferidas
 - 4.1.2.1 *Encuestas a los ganaderos (muestral)*
 - 4.1.2.2 *Documentación y bibliografía*
 - 4.1.2.3 *Marcas indicativas de consumo y observación en pastoreo*
- 4.1.3 Recorridos y calendarios
 - 4.1.3.1 *Encuestas a los ganaderos (muestral)*
 - 4.1.3.2 *Documentación, disposiciones y hábitos tradicionales*
 - 4.1.3.3 *Observación del pastoreo*
- 4.1.4 Mapa de pastoreo
 - 4.1.4.1 *Recorridos y áreas preferentes*

4.2 Aspectos cuantitativos

- 4.2.1 Ganadería "tipo"
 - 4.2.1.1 *Proporción de sexos, crías, productores, etc.*
 - 4.2.1.2 *Estructura jerárquica*
 - 4.2.1.3 *Tipo de manejo y explotación*
- 4.2.2 Consumo
 - 4.2.2.1 *Hábitos alimentarios*
- 4.2.3 Requerimientos energéticos y nutricionales
 - 4.2.3.1 *Mantenimiento*
 - 4.2.3.2 *Producción*
 - 4.2.3.3 *Locomoción*
 - 4.2.3.4 *Otros requerimientos*

5 CAPACIDAD SUSTENTADORA

5.1 Cálculo de receptividad ganadera de los pastos

5.1.1 Relación entre *Oferta forrajera* y *Requerimientos animales*

5.1.2 Discriminación entre condiciones de *mantenimiento* y *producción*

5.2 Mapa de receptividad ganadera

5.2.1 Trazado y planimetría del territorio

5.2.2 Trazado y planimetría del polígono de pastoreo

5.2.3 Trazado y planimetría de los pastos tipificados

5.2.4 Mapa de pastos y receptividad

5.3 Análisis de Carga-Receptividad del territorio

5.3.1 Análisis de la situación

5.3.2 Recomendaciones de uso y gestión

6. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA, JF., PRIETO, C. y FONOLLA, J. 1990. Protein and energy metabolism of lactating Granadina goats. *British. Journal of Nutrition*, 63: 165-175
- AGUILERA, JF., LARA, L., PRIETO, C. y MOLINA, E. 1991. Energy balance studies with growing Granadina goats at fating and maintenance. *Small Ruminant Research*. 5:109-115
- G.BARROSO, F. 1991. *Estudio sobre el comportamiento alimentario y social de la cabra doméstica en el Sureste árido español*. 310 pp. Tesis doctoral. LUCDEME. Almería.
- MARTIN, M., ESPEJO, M., PLAZA, J., y LOPEZ, T. 1986. *Metodología para la determinación de la carga ganadera de pastos extensivos*. 37 pp. INIA. Monogr.57. Madrid.
- N.R.C. 1981 *Nutrient requirements of goats: angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries*. 91 pp. National Academic Press. Washington, D.C.
- PASSERA, C., ROBLES, AB., FERNANDEZ, P., ALLEGRETTI, L., MORALES, C., G.REBOLLAR, JL. y BOZA, J. 1993. *Estudio del uso gadero actual y de la capacidad de carga ganadera del Parque Natural de la Sierra de Castril (Granada)*. 70 pp., Anex.: 289 pp, 6 Planos. AMA e ICONA LUCDEME. Granada-Málaga
- PRIETO C., AGUILERA, JF., LARA, L. y FONOLLA, J. 1990 Protein and energy requirements for maintenance of indigenous Granadina goats. *British. Journal of Nutrition*, 63: 155-163
- PRIETO C., LACHICA, M., G.BARROSO, F., AGUILERA, JF. y BOZA, J. 1991a. The effect of seasonal variation in food availability on energy requirements of grazing goats. *Meeting of the Workgroup Sheep and Goat Nutrition*. Ostersund. Sweden.
- PRIETO C., SOMLO, R., G.BARROSO, F. y BOZA, J. 1991b. Estimación del gasto energético de la cabra en pastoreo. I: El costo de la locomoción. *Archivos de Zootécnia* 40: 55-72.
- ROBLES, AB. 1990. *Evaluación de la oferta forrajera y capacidad sustentadora de un agrosistema semiárido del Sudeste ibérico*. 382 pp. Anex.: 98 pp. Serv.Public.Univ.Gran. 9 Microfichas. Granada

ROBLES, AB., FERNANDEZ, P., PASSERA, C. y G.REBOLLAR, JL.
1993. Aprovechamiento silvopastoral de un encinar bético. Metodología
par evaluar su fitomasa. *IV Jornadas de la Asociación Española de
Ecología Terrestre*. Alicante.

Ponencia IV
LA ESTIMACION DEL VALOR NUTRITIVO
DE PASTOS DE MONTAÑA

A. R. MANTECON (*)

P. R. REVESADO (*)

G. RAMOS (*)

P. FRUTOS (*)

J. S. GONZALEZ ()**

M. D. CARRO ()**

(*) Estación Agrícola Experimental, C.S.I.C. Apdo. 788. 24080 León.

() Departamento de Producción Animal. Universidad de León. 24071. León.**

LA ESTIMACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE PASTOS DE MONTAÑA

A.R. Mantecón¹; P.R. Revesado¹; G. Ramos¹; P. Frutos¹; J.S. Gonzalez² y M.D. Carro².

1 Estación Agrícola Experimental, C.S.I.C. Apdo 788. 24080 León.

2 Departamento de Producción Animal. Universidad de León. 24071. León.

INTRODUCCIÓN

Una de las características que en mayor medida definen los sistemas extensivos de producción de rumiantes es la utilización de recursos vegetales mediante el pastoreo y como consecuencia de ello, están sometidos a una gran variación en la disponibilidad de alimento, tanto desde un punto de vista cuantitativo como cualitativo.

El valor nutritivo del alimento ingerido por los animales, es uno de los factores limitantes de cualquier sistema de producción animal y su conocimiento adquiere especial relevancia en condiciones de pastoreo.

Han sido numerosas las publicaciones en relación con los sistemas de pastoreo del ganado ovino, procedentes fundamentalmente del Reino Unido, Australia y Nueva Zelanda, tratando de buscar alguna medida que, de forma sencilla, permitiera estimar la respuesta productiva de los animales a las distintas condiciones del pasto.

Hace ya más de una década, que la altura del pasto ha sido aceptada, como la mejor medida que, de forma única, puede predecir el valor cuantitativo y/o cualitativo del pasto así como su utilización por los animales (Hodgson et al., 1986; Hughes et al., 1991; Hutchings, 1991).

Sin embargo, no hay que olvidar que los estudios indicados han sido realizados utilizando pastos homogéneos, simples ó con 2-3 especies vegetales, y en estas condiciones la altura del pasto guarda una estrecha relación con los componentes morfológicos del pasto (hojas, tallos, etc), con la densidad y estructura del horizonte vegetal, etc. Por otra parte, la selección que los animales pueden ejercer sobre los pastos homogéneos es fácilmente predecible y en muchos casos, no pasa de ser un proceso meramente pasivo, al tener en cuenta el horizonte del pasto sobre el cual actúa realmente el animal (Milne et al., 1982).

No obstante, cuando se tratan de estudiar los sistemas de pastoreo en zonas de vegetación semi-natural, las condiciones cambian de forma radical, dada la gran diversidad botánica existente en las mismas así como el diferente estado de desarrollo de las especies vegetales que las constituyen en un momento dado (Alonso y col., 1993). Estas condiciones hacen que la altura del pasto no pueda ser utilizada como indicativa y que la intensidad de selección que los animales pueden ejercer sobre la cubierta vegetal adquiera una especial importancia (Hodgson et al., 1991; Milne, 1991).

Dicha intensidad de selección determina el valor nutritivo de la dieta ingerida y también la ingestión potencial de alimento, puesto que cuando aumenta, el tiempo

empleado en esta actividad hace que disminuya la ingestión, mientras que cuando la intensidad de selección es pequeña la cantidad de alimento que el animal puede tomar es mayor, aunque de menor valor nutritivo (Hodgson et al., 1985).

La intensidad de selección ejercida por los animales sobre la cubierta vegetal depende de un complejo de características relacionadas tanto con el pasto, como con el animal y con la interacción entre ambos (Gordon and Iason, 1989).

Así, entre las características relacionadas con el pasto, figuran la relación entre las distintas especies vegetales y su estado de desarrollo (Grant et al., 1985; 1987), que determinan diferencias en su contenido en humedad, composición química, mecanismos de defensa de las plantas (taninos, púas, etc), etc., pudiendo estas características, a su vez, verse modificadas por efecto de factores climáticos como la pluviometría, temperatura, etc.

Además, factores relacionados con el manejo de los animales en pastoreo tales como la carga animal, el tiempo de pastoreo, la jerarquía existente entre animales, la distribución de los puntos de agua, etc; también pueden condicionar la intensidad de selección que los animales ejercen sobre el pasto (Valentine, 1990).

Entre los factores relacionados con el animal podemos diferenciar una adaptación a corto plazo y otra a largo plazo. En cuanto a la primera es lo que se conoce como aprendizaje, el cual permite al animal un conocimiento de las distintas estructuras de la cubierta vegetal y por lo tanto, una actividad de selección de las partes del pasto diferente a la de los animales que no han tenido un contacto previo con ese tipo de estructuras vegetales. Factores tales como la existencia de animales conocedores de la estructura del pasto y otros relacionados con el manejo también pueden condicionar la respuesta del aprendizaje de los animales (Provenza and Balph, 1987; Malechek and Balph, 1987).

En cuanto a la adaptación a largo plazo de los rumiantes en pastoreo, conviene abordar su estudio considerando su evolución en función de la disponibilidad vegetal a lo largo del tiempo y la repercusión que esto ha supuesto desde un punto de vista de fisiología digestiva.

En los últimos años se han estudiado las diferencias en el desarrollo de los distintos tramos del aparato digestivo en relación con la capacidad de cada especie de herbívoros para seleccionar con mayor o menor intensidad las partes del pasto de mayor valor nutritivo (Hofmann, 1988).

En este sentido, la intensidad de selección se encuentra relacionada especialmente con la estructura bucal de los animales, de forma que una boca alargada y puntiaguda permite una selección mayor que otra más corta y plana (Gordon and Illius, 1988).

Otros tramos del tracto digestivo también pueden verse modificados por la adaptación de los rumiantes a los distintos tipos de pasto. En este sentido, una mayor

intensidad de selección de alimento implica una dieta de mayor valor nutritivo y por lo tanto, el rumen estará menos desarrollado que cuando el contenido en estructuras de la pared celular es mayor (Demment and Van Soest, 1985).

Otros factores relacionados con el animal, tales como las variaciones de sus necesidades nutritivas en función del estado fisiológico, también pueden modificar el comportamiento de los animales en pastoreo (Gunn et al., 1991).

Las diferencias interespecíficas en el desarrollo relativo del tracto digestivo como consecuencia de la adaptación ya indicada, han sido puestas de manifiesto anteriormente.

Los sistemas tradicionales de producción ovina en la región Castellano-Leonesa pueden ser divididos en dos tipos: por una parte, aquéllos manejados en condiciones de trashumancia, principalmente con raza Merina, cuyo objetivo es la producción carnica (y en el pasado la lana), caracterizados por la utilización de pastos de las zonas bajas (regadíos, dehesas del sur-oeste ibérico, etc) durante el invierno, y de los de zonas de montaña durante el verano, garantizándose, de esa manera, un aporte nutritivo más o menos homogéneo a lo largo del año.

Por otra parte, estaría la explotación del ganado ovino de raza Churra, en las zonas de secano de la meseta Castellano-Leonesa, basado, fundamentalmente, en la producción de leche y corderos lechales, y que se caracterizaba por una utilización de las zonas de pastos en primavera y otoño y de rastrojeras durante el verano, con una gran variabilidad, por tanto, en la disponibilidad cuantitativa y cualitativa de alimento a lo largo del año.

Estos dos sistemas de producción ovina, a lo largo de muchas generaciones, han podido originar cambios en la intensidad de selección del alimento ejercida por una u otra raza debido a la adaptación de los animales a las diferentes estructuras de la cubierta vegetal (Malechek and Balph, 1987).

En los últimos años, el concepto productivista de la producción de rumiantes basado en lograr la máxima cantidad de productos con la mayor eficiencia posible y, en consecuencia, integrado hacia una intensificación de los sistemas de explotación, se ha visto drásticamente modificado para intentar lograr sistemas extensivos de producción basados en la mejor utilización de los recursos naturales teniendo en cuenta el papel que el pastoreo de los animales puede jugar en la conservación y mejora del medio natural.

En contraposición a estos planteamientos, últimamente, las zonas más difíciles, por ejemplo la montaña, han sufrido una importante despoblación rural. Concretamente en la provincia de León, los censos ovinos aumentaron un 34% en la década de los 80, pero las explotaciones se concentraron en las zonas de regadíos, con clara tendencia a la intensificación, aumentando así el abandono del territorio de las zonas de montaña, con el consiguiente riesgo que para la conservación del medio natural tiene este hecho (Lavín y col., 1993).

Es necesario tener en cuenta que el paisaje de las zonas de montaña no constituye en sí mismo un ecosistema estable y que para ser mantenido en la forma en que lo ha sido tradicionalmente es necesario el concurso de los herbívoros en pastoreo. La actividad del animal, seleccionando diferentes especies vegetales o partes de las mismas también condiciona la evolución de las comunidades vegetales (Grant and Hodgson, 1986), de ahí la importancia que el conocimiento de las estrategias animales en cuanto a la intensidad de selección del pasto tiene sobre la conservación y mejora del medio natural.

Por todo ello, los objetivos de este trabajo son, por una parte, conocer la composición química y la digestibilidad de las distintas comunidades vegetales mayoritarias en los puertos de montaña de la provincia de León y por otra, estudiar desde un punto de vista comparativo, la intensidad de selección de ganado ovino de raza Churra y de raza Merina en dichas comunidades vegetales a lo largo de la estación de pastoreo estival.

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD "IN VITRO"

Los resultados que se presentan corresponden a los obtenidos en un puerto de montaña de la provincia de León situado a 1540 m de altitud, 43,03° de latitud Norte y 01,41° de longitud Oeste, en el cual se eligieron 6 comunidades vegetales (*Nardus stricta*, *Bromus erectus*, *Calluna vulgaris*, *Erica arborea*, *Genista occidentalis* y *Genista florida*) como las más representativas de la zona y cuyo interés se basó en su interés pascícola, así como por su importancia en los pastos de montaña.

Como se ha indicado anteriormente en la introducción de este trabajo, uno de los factores condicionantes del valor nutritivo del pasto es la disponibilidad del mismo, en este sentido, la estimación de esta se realizó mediante el corte de dos cuadrados (0,25m²) en cada una de las comunidades vegetales y en cada uno de los meses a lo largo de la estación de pastoreo estival (junio a Octubre).

Los valores medios obtenidos para la disponibilidad de pasto en cada una de las comunidades vegetales y momentos de muestreo, así como el análisis de varianza correspondiente se indican en la tabla 1. Los valores oscilaron entre 627 y 3760 kg de materia seca/Ha para las comunidades de *Bromus erectus* y de *Genista florida*, correspondiendo ambos valores al mes de agosto.

Las diferencias obtenidas para la disponibilidad de pasto fueron estadísticamente significativas tanto para el efecto de la comunidad vegetal como del momento de muestreo. Conforme avanzó la estación de pastoreo estival se observó un aumento en la disponibilidad de pasto de junio a agosto 1045^a, 1516^{bc} y 1653^c kg MS/Ha y un descenso en la misma en el mes de septiembre (1236^{ab}).

La comunidad vegetal de *Genista florida* presentó el mayor valor de disponibilidad (2744^c) y la de *Bromus erectus* el menor (858^a) ocupando una posición intermedia los correspondientes al resto de comunidades (934,4^a; 992,9^a, 1138^{ab} y 1507^b en la

Genista occidentalis, *Calluna vulgaris*, *Erica arborea* y *Nardus stricta*, respectivamente).

Tabla 1.- Disponibilidad de pasto (kg de MS/Ha) para las distintas comunidades vegetales y momentos de recogida

Comunidad vegetal	Época			
	junio	julio	agosto	septiembre
<i>Nardus stricta</i>	1890±236,0	1208±75,5	1723±105,5	1206±75,5
<i>Bromus erectus</i>	904±12,5	1136±389,5	627±65,5	763±79,0
<i>Calluna vulgaris</i>	873±219,0	1225±308,5	1181±145,5	691±158,0
<i>Erica arborea</i>	680±17,0	1186±56,6	1524±72,5	1161±55,0
<i>Genista occidentalis</i>	701±91,0	1355±176,5	1101±74,5	580±75,5
<i>Genista florida</i>	1221±121,0	2982±294,5	3760±147,8	3013±137,5
Análisis de varianza (P<)				
Efecto	comunidad	época	comunidad x época	
Nivel de significación	0,001	0,022	0,056	

En las tablas 2 y 3 figuran los valores medios del contenido en proteína bruta y fibra neutro detergente respectivamente, expresados como proporción de la materia seca (MS) del pasto en oferta, para cada una de las comunidades vegetales y cada uno de los momentos de muestreo, así como el análisis de varianza correspondiente.

Como se desprende de los resultados presentados en la tabla 2, el contenido en proteína bruta del pasto en oferta presentó diferencias estadísticamente significativas tanto para los efectos principales (comunidad vegetal y momento de muestreo) como para la interacción entre ambos. Se observó un descenso en el contenido proteico de la oferta conforme avanzó la estación de pastoreo estival (0,13^a, 0,11^b y 0,08^c en junio, julio y agosto respectivamente) y un valor similar al presentado en julio en el mes de septiembre (0,11^b)

LA ESTIMACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE PASTOS DE MONTAÑA

Tabla 2.- Contenido en proteína bruta en la MS del pasto en oferta (g/g) para las distintas comunidades vegetales y momentos de recogida

Comunidad vegetal	Época			
	junio	julio	agosto	septiembre
<i>Nardus stricta</i>	0,14±0.005	0,13±0.006	0,08±0.006	0,12±0.005
<i>Bromus erectus</i>	0,13±0.004	0,09±0.004	0,08±0.002	0,16±0.009
<i>Calluna vulgaris</i>	0,13±0.007	0,11±0.006	0,06±0.002	0,09±0.005
<i>Erica arbórea</i>	0,12±0.006	0,10±0.003	0,06±0.006	0,08±0.004
<i>Genista occidentalis</i>	0,14±0.004	0,12±0.005	0,07±0.004	0,09±0.004
<i>Genista florida</i>	0,11±0.002	0,11±0.004	0,11±0.004	0,12±0.008
Análisis de varianza (P<)				
Efecto	comunidad	época	comunidad x época	
Nivel de significación	0,001	0,001	0,001	

Las comunidades vegetales de *Calluna vulgaris* y *Erica arbórea* presentaron el menor valor en el contenido en proteína bruta (0,10^a y 0,10^a), obteniéndose en las de *Nardus stricta* y *Bromus erectus* los mayores (9,13^c y 9,12^c respectivamente), siendo los valores intermedios en las comunidades vegetales de *Genista occidentalis* (0,11^b) y *Genista florida* (0,12^{bc}), no presentando este último valor diferencias estadísticamente significativas con el obtenido en las de *Nardus stricta* y *Bromus erectus*.

Como puede observarse en la tabla 3, al igual que el contenido en proteína bruta, el contenido en fibra neutro detergente presentó diferencias estadísticamente significativas tanto para los efectos principales como para la interacción entre los mismos. Por el contrario, el contenido medio en fibra neutro detergente aumentó al avanzar la estación de pastoreo estival, siendo los valores obtenidos entre junio y septiembre los siguientes 0,63^a, 0,65^b, 0,66^{bc} y 0,67^c.

Tabla 3.- Contenido en fibra neutro detergente en la MS del pasto en oferta (g/g) para las distintas comunidades vegetales y momentos de recogida

Comunidad vegetal	Época			
	junio	julio	agosto	septiembre
<i>Nardus stricta</i>	0,66±0,018	0,71±0,012	0,73±0,011	0,71±0,004
<i>Bromus erectus</i>	0,63±0,010	0,61±0,019	0,49±0,018	0,61±0,015
<i>Calluna vulgaris</i>	0,60±0,012	0,63±0,017	0,70±0,011	0,71±0,009
<i>Erica arbórea</i>	0,62±0,011	0,68±0,007	0,71±0,022	0,65±0,007
<i>Genista occidentalis</i>	0,58±0,019	0,58±0,011	0,66±0,018	0,65±0,010
<i>Genista florida</i>	0,68±0,009	0,71±0,013	0,69±0,009	0,70±0,009
Análisis de varianza (P<)				
Efecto	comunidad	época	comunidad x época	
Nivel de significación	0,001	0,001	0,001	

Las comunidades de *Nardus stricta* y *Genista florida* presentaron los máximos valores en dicho contenido (0,70^d) y las de *Bromus erectus* y *Genista occidentalis* los menores (0,58^a y 0,62^b) siendo intermedios en las comunidades vegetales de *Calluna vulgaris* y *Erica arbórea* (0,66^c y 0,67^c).

En la tabla 4 figuran los valores medios de la digestibilidad "in vitro" de la materia orgánica (DMO) del pasto en oferta, para cada una de las comunidades vegetales y cada uno de los momentos de recogida, y al igual que en las tablas anteriores, el análisis de varianza correspondiente.

Las diferencias entre los valores medios fueron estadísticamente significativos, tanto para los efectos principales (comunidad vegetal y momento de muestreo) como para la interacción entre ambos.

La DMO del pasto en oferta descendió de junio a septiembre siendo los valores obtenidos en la misma (0,55^a; 0,49^b; 0,45^c y 0,42^d para junio, julio, agosto y septiembre respectivamente).

Tabla 4.- Digestibilidad "in vitro" de la MO del pasto en oferta para las distintas comunidades vegetales y momentos de recogida

Comunidad vegetal	Época			
	junio	julio	agosto	septiembre
<i>Nardus stricta</i>	0,61±0.008	0,44±0.016	0,43±0.014	0,44±0.008
<i>Bromus erectus</i>	0,51±0.026	0,46±0.011	0,54±0.012	0,54±0.015
<i>Calluna vulgaris</i>	0,59±0.041	0,49±0.007	0,39±0.009	0,30±0.015
<i>Erica arborea</i>	0,55±0.013	0,48±0.011	0,43±0.007	0,45±0.017
<i>Genista occidentalis</i>	0,60±0.028	0,60±0.010	0,48±0.023	0,41±0.021
<i>Genista florida</i>	0,44±0.018	0,46±0.006	0,45±0.016	0,40±0.015
Análisis de varianza (P<)				
Efecto	comunidad	época	comunidad x época	
Nivel de significación	0,001	0,001	0,001	

Las comunidades vegetales de *Bromus erectus* y *Genista occidentalis* presentaron los mayores valores de DMO (0,52^c), y en las de *Genista florida* y *Calluna vulgaris* los menores (0,44^a y 0,43^a), obteniéndose en las de *Nardus stricta* y *Erica arborea* valores intermedios (0,48^b y 0,48^b).

RELACIÓN ENTRE PARÁMETROS INDICATIVOS DEL VALOR NUTRITIVO DEL PASTO

Además de los parámetros de disponibilidad de pasto, composición química (contenido en proteína bruta y fibra neutro detergente de la materia seca) y coeficientes de digestibilidad "in vitro" de la materia orgánica, también se han considerado los siguientes parámetros de la oferta de pasto de cada comunidad vegetal y momento de muestreo:

- Proporción de hojas y tallos en la materia seca.
- Contenido en fibra ácido detergente (FAD).

Para tratar de estudiar las posibles diferencias en cuanto a la capacidad de utilización del pasto por las dos razas ovinas (Churra y Merina) mayoritarias de la región Castellano-Leonesa, se utilizaron animales fistulados en el esófago con el fin de poder

obtener una muestra representativa de la dieta ingerida por los animales en las mismas comunidades vegetales y periodos indicados en el apartado anterior.

La técnica de animales fistulados en esófago ha sido ampliamente utilizada (Hepp, 1989; Pfister and Malecheck, 1986), como instrumento que permite la obtención de muestras representativas de la ración seleccionada por los animales en pastoreo. Al mismo tiempo esta metodología también ha sido criticada severamente, sin embargo parece ser la que menos inconvenientes presenta de las utilizables en estos momentos. Otras técnicas como la observación directa y corte manual de las fracciones vegetales seleccionadas por los animales en pastoreo pueden acumular un error importante (Sanders et al.; 1980). Se han utilizado marcadores, destacando en los últimos años el empleo de alcanos, técnica que parece ser prometedora aunque precisa de un conocimiento previo importante del contenido de estas sustancias en las distintas fracciones vegetales para que sirvan como indicadores de la dieta ingerida a partir del conocimiento de su concentración en heces (Dove and Mayes, 1991).

Otras técnicas como la observación en heces ó en el contenido ruminal (Holecheck et al., 1982) de las estructuras vegetales, han permitido conocer la ingestión de los rumiantes desde un punto de vista cualitativo, es decir, qué especies vegetales de las presentes en el pasto han sido las realmente ingeridas por el animal. Este método ha sido utilizado fundamentalmente con rumiantes salvajes, ya que presenta la ventaja de no necesitar el manejo de los animales, sin embargo tiene el inconveniente de no permitir la obtención de información sobre el valor nutritivo (composición química, digestibilidad, etc) de la dieta y únicamente proporciona una estimación del mismo a partir de las especies vegetales seleccionadas.

Otros métodos utilizados aunque con una menor amplitud y cuyo desarrollo continua en la actualidad son las técnicas de telemetría, nuevos marcadores, etc.

Teniendo en cuenta ésta metodología, en las muestras de pasto seleccionadas por los animales (extrusas) se han considerado los siguientes parámetros:

Fraciones morfológicas (hojas, tallos)

Componentes químicos (Proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente(FAD)

Digestibilidad "in vitro" de la materia orgánica (DMO)

En las tablas 5 y 6 se presentan las matrices de correlación de los distintos parámetros indicativos del valor nutritivo del pasto para la raza Churra y Merina respectivamente.

En el conjunto de variables relacionadas con el pasto en oferta, la digestibilidad "in vitro" de la materia orgánica se encontró significativa y negativamente correlacionada con la proporción de tallos y con el contenido en FND y el de FAD, y positivamente con el contenido en PB.

Tabla 5.- Matriz de correlación entre la disponibilidad, composición morfológica (proporción de hojas (H) y tallos (T) en la materia seca), química (proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y digestibilidad "in vitro" de la materia orgánica (DMO) en el pasto en oferta y en la dieta seleccionada por animales de raza Churra

	MS/Ha																				
MS/Ha	1,00																				
H of	-0,14	1,00																			
T of	-0,20	-0,50*	1,00																		
DMO of	-0,18	0,34	-0,56*	1,00																	
PB of	0,12	-0,23	-0,16	0,61**	1,00																
FND of	0,47	-0,14	0,36	-0,86***	-0,59**	1,00															
FAD of	0,65**	-0,28	0,19	-0,78***	-0,46	0,88***	1,00														
H ex	0,55*	0,01	0,08	-0,45	-0,01	0,64**	0,58*	1,00													
T ex	0,30	0,09	-0,11	0,09	0,19	0,17	0,12	-0,02	1,00												
DMO ex	0,32	-0,08	0,07	-0,07	0,09	0,39	0,17	0,52*	0,30	1,00											
PB ex	0,20	-0,25	-0,08	0,36	0,69***	-0,25	-0,22	0,30	0,08	0,40	1,00										
FND ex	0,46	-0,45	0,31	-0,21	-0,36	0,34	0,46	0,54*	0,24	0,39	0,44	1,00									
FAD ex	0,40	-0,48	0,25	-0,29	0,25	0,23	0,52*	0,33	0,13	-0,06	0,25	0,79***	1,00								

*** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05

of= oferta

ex= extrusas

Tabla 6. - Matriz de correlación entre la disponibilidad, composición morfológica (proporción de hojas (H) y tallos (T) en la materia seca), química (proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y digestibilidad "in vitro" de la materia orgánica (DMO) en el pasto en oferta y en la dieta seleccionada por animales de raza Merina

	MS/Ha																					
MS/Ha	1,00																					
H of	-0,14	1,00																				
T of	-0,20	-0,50	1,00																			
DMO of	-0,18	0,34	-0,56	1,00																		
PB of	0,12	-0,23	-0,16	0,61**	1,00																	
FND of	0,47	-0,14	0,36	-0,86***	-0,59**	1,00																
FAD of	0,65***	-0,28	0,19	-0,78***	-0,46	0,88***	1,00															
H ex	0,28	0,11	0,07	-0,30	-0,26	0,34	0,35	1,00														
T ex	0,28	0,11	-0,30	0,44	0,58**	-0,21	-0,17	-0,46	1,00													
DMO ex	0,47	-0,03	-0,03	-0,01	0,14	0,29	0,26	-0,06	0,22	1,00												
PB ex	0,32	-0,32	-0,02	0,18	0,58**	-0,05	0,01	-0,41	0,51*	0,56*	1,00											
FND ex	0,63***	-0,39	0,21	-0,30	0,22	0,52*	0,59*	0,09	0,24	0,62**	0,62**	1,00										
FAD ex	0,60**	-0,44	0,32	-0,44	0,16	0,52*	0,65**	0,03	0,03	0,52*	0,52*	0,88***	1,00									

***P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05.

of=oferta

ex=extrusas

El contenido en FAD se encontró significativa y positivamente correlacionado con el contenido en FND y con la disponibilidad de pasto. Por otra parte la correlación entre el contenido en PB y FND fue significativa y de signo negativo.

En cuanto a la composición de la dieta de los animales de raza Churra (tabla 5), la proporción de hojas en las extrusas se encontró significativa y positivamente correlacionada con la disponibilidad de pasto y con el contenido en FND y FAD de la oferta y con la digestibilidad de la materia orgánica de esta y con el contenido en FND de la dieta.

Por otra parte el contenido en PB y FAD del pasto en oferta determina el contenido en PB y FAD de la dieta de forma positiva y significativa. También el contenido en FAD y FND de la dieta, obviamente, estuvieron significativa y positivamente correlacionados entre sí.

En el caso de la composición de la dieta de los animales de raza Merina, la disponibilidad de pasto estuvo correlacionada significativa y positivamente con el contenido en FND y FAD de la dieta.

La proporción de tallos en las extrusas se encontraron relacionados significativa y positivamente con el contenido en PB de la oferta y de la dieta, que también lo estuvieron entre sí.

La concentración de proteína bruta en la dieta estuvo positivamente correlacionada con el contenido en FND, FAD y DMO de la dieta siendo también significativa y positiva la correlación entre estas tres variables, al igual ocurre con la relación entre las estructuras fibrosas (FND y FAD) del pasto en oferta y en la dieta seleccionada.

De las múltiples teorías que han sido desarrolladas para explicar los mecanismos por los cuales los animales ejercen una determinada selección de pasto (Provenza and Balph, 1990), nos encontramos, en términos generales, con una relación positiva y significativa entre las características morfológicas (proporción de hojas) de la dieta seleccionada y la disponibilidad de pasto en los animales de raza Churra. Por otra parte, en los animales de raza Merina, la disponibilidad de pasto determina la composición química de la dieta y no las características morfológicas, de forma que al aumentar la disponibilidad aumenta el contenido en estructuras de pared vegetal de la dieta, al igual que ocurre en la oferta de pasto, lo cual sería indicativo de una menor intensidad de selección ejercida por los animales de esta raza que la ejercida por los de raza Churra.

Aunque sorprende la relación positiva entre el contenido en estructuras fibrosas, proteína bruta y proporción de tallos en la dieta de los animales de raza Merina, ésta podría ser explicable teniendo en cuenta el mayor contenido en rebrotes, en los cuales, el contenido en estructuras fibrosas es mayor así como su contenido proteico.

Por otra parte, considerando estos mismos parámetros, se realizó un análisis multivariante de tipo discriminante (Bryan, 1975; Davies, 1971; Jennrich and Sampson,

LA ESTIMACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE PASTOS DE MONTAÑA

1983), el cual permite, para cada factor de variación, determinar el número mínimo de variables de valor nutritivo que sean capaces de discriminar al máximo los datos correspondientes a cada uno de los niveles del factor de variación. Mediante éste conjunto mínimo de variables de valor nutritivo obtenidas para cada factor de variación, denominadas variables discriminantes, se pueden diferenciar las comunidades vegetales, el periodo de muestreo y la raza animal.

El porcentaje de clasificaciones correctas para cada factor de variación cuando se consideran de 1 a 5 variables discriminantes se presentan en la tabla 7.

Tabla 7.- Porcentaje acumulativo de clasificaciones correctas de las 5 primeras variables discriminantes para cada factor de variación.

Comunidad vegetal		Periodo		Raza	
CEL of	47,22	PB of	50,00	Hojas ex	56,94
Tallos of	65,28	DMO of	69,44	CEL ex	60,42
MO of	75,00	PB ex	72,92	Tallos ex	62,50
Hojas of	83,33	MO of	75,00	CEL of	65,28
DMO of	93,06	Disp	83,33	Disp	65,97

CEL = celulosa; MO= materia orgánica; PB= proteína bruta; DMO= digestibilidad "in vitro" de la materia orgánica; Disp= disponibilidad de pasto; of= oferta; ex= extrusas.

Las comunidades vegetales pueden ser diferenciadas con una probabilidad del 75% cuando se consideran el contenido en celulosa, la proporción de tallos y el contenido en materia orgánica de la materia seca del pasto en oferta. Cuando además de las variables indicadas se tiene en cuenta la proporción de hojas y la digestibilidad de la materia orgánica del pasto en oferta, el porcentaje de clasificaciones correctas pasa a ser del 93%.

En cuanto al efecto debido al periodo de muestreo, es posible la clasificación de una muestra de pasto de montaña en uno de los 4 momentos estudiados (junio, julio, agosto y septiembre) con una probabilidad del 83% si se consideran las variables siguientes: contenido en proteína bruta de la dieta, contenido en materia orgánica del pasto en oferta y la disponibilidad de pasto (kg MS/Ha).

La probabilidad de clasificar una determinada "muestra" en una de las razas estudiadas (Churra y Merina) fue del 66% cuando se conozcan los valores de:

proporción de hojas, celulosa y de tallos en la dieta seleccionada, y el contenido en celulosa y la disponibilidad de pasto en oferta.

A modo de conclusión, las diferencias encontradas en los parámetros indicativos del valor nutritivo (composición química, digestibilidad "in vitro" e intensidad de selección de alimento) de los pastos de montaña indican que las diferentes comunidades vegetales, el periodo considerado a lo largo de la estación de pastoreo estival y la raza ovina (Churra ó Merina) condicionan las características de la dieta ingerida por los animales.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto AIR CT92-0646, subvencionado por la CEE, y ha sido realizado dentro del convenio específico de colaboración entre la Excma. Diputación Provincial de León y la Estación Agrícola Experimental del C.S.I.C.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, I.; Bermúdez, F.F.; García, A.; Revesado, P.R.; Mantecón, A.R.; González, J.S y Carlos, G. (1993). Estudio de las comunidades de interés pascícola en un puerto de montaña: I. Estructura y valor pastoral. *Pirineos*, 141-142, 3-18.
- Bryan, J.G. (1975). The generalized discriminant function: mathematical foundation and computational routine. In: *Multivariate statistical methods: among-groups covariation*. Ed.: Atchley, W.R. and Bryant, E.H. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. Pensilvania.
- Davies, R.G. (1971). *Computer programing in quantitative biology*. Academic Press. London.
- Demment, M.W. and Van Soest, P.J. (1985). A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and non ruminant herbivores. *The American Naturalist*, 125, 641-672.
- Dove, H. and Mayes, R.W. (1991). The use of plant waxes as marker substances in studies of nutrition of herbivores: A review. *Australian Journal of Agricultural Research*, 42, 913-952.
- Gordon, I.J. and Iason, G.R. (1989). The foraging strategy of ruminants: its significance to vegetation utilization and management. *Macaulay Land Use Research Institute, Annual Report 1988*. pp. 34-41. MLURI. Edinburgh.
- Gordon, I.J. and Illius, A.W. (1988). Incisor arcade structure and diet selection in ruminants. *Functional Ecology*, 2, 15-22.
- Grant, S.A.; Suckling, D.E.; Smith, H.K.; Torvell, L.; Forbes, T.D.A. and Hodgson, J. (1985). Comparative studies of diet selection by sheep and cattle: the hill grasslands. *Journal of Ecology*, 73, 987-1004.

- Grant, S.A.; Torvell, L.; Smith, H.K.; Suckling, D.E.; Forbes, T.D.A. and Hodgson, J. (1987). Comparative studies of diet selection by sheep and cattle: blanket bog and heather moor. *Journal of Ecology*, 75, 947-960.
- Grant, S.A. and Hodgson, J. (1986). Grazing effects on species balance and herbage production in indigenous plant communities. In: *Grazing Research at Northern Latitudes*. pp.; 69-77. Ed.: O. Gudmundson. Plenum Press. London.
- Gunn, R.G.; Smith, W.F.; Senior, A.J.; Bartharm, E.; Sim, D.A. and Hunter, E.A. (1991). Premating herbage intake and the reproductive performance of North Country Cheviot ewes in different levels of body condition. *Animal Production*, 52, 149-156.
- Hepp, C. (1989). *Intereactions between sward conditions and the intake and grazing behaviour of sheep in the autumn*. M. Phill. Thesis, University of Ediburgh.
- Hodgson, J.; Forbes, T.D.A.; Armstrong, R.H.; Beattie, M.M. and Hunter, E.A. (1991). Comparative studies of the ingestive behaviour and herbage intake of sheep and cattle grazing indigenous hill plant communities. *Journal of Applied Ecology*, 28, 205-227.
- Hodgson, J.; Mackie, C.K. and Parker, J.W.G. (1986). Sward surface heights for efficient grazing. *Grass Farmer*, 24, 5-10.
- Hodgson, J. (1985). The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings of the nutrition Society*, 44, 339-346.
- Hofmann, R.R. (1988). Anatomy of the gastro-intestinal tract. In: *The Ruminant Animal: Digestive physiology and Nutrition*. pp. 14-43. Ed.: D.C. Church Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey,.
- Holechek, J.L.; Vavra, M. and Pieper, R.D. (1982). Botanical composition determination of range herbivore diets: a review. *Journal of Range Management*, 35, 309-315.
- Hughes, T.P.; Sykes, A.R.; Poppi, D.P.; Hogson, J. (1991). The influence of sward structure on peak bite force and bite weight in sheep. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 51, 153-158.
- Hutchings, N.J. (1991). Spatial heterogeneity and other sources of variance in sward height as measured by the sonic and HFRO sward sticks. *Grass and Forage Science*, 46, 277-282.
- Jennrich, R. and Sampson, P. (1983). Stepwise discriminant analysis. In: *BMDP statistical software*. Ed.: W. J. Dixon. University of California Press.
- Lavín, M.P.; Mantecón, A.R.; Giráldez, F.J. y Mencia, J.S. (1993). Los sistemas de producción ovina y la utilización del territorio en la provincia de León. In: *V Jornadas sobre Producción Animal*. pp: 678-680. ITEA.

- Malechek, J.C. and Balph, D.F. (1987). Diet selection by grazing and browsing livestock. In: *Nutrition of Herbivores*. pp. 121-132. Ed.: J.B. Hacker and J.H. Ternouth. Academic Press. Sydney.
- Milne, J.A.; Hodgson, J.; Thompson, R.; Souter, W.G. and Barthram, G.T. (1982). The diet ingested by sheep differing in white clover and perennial ryegrass content. *Grass and Forage Science*, 37, 209-218.
- Milne, J.A. (1991). Diet selection by grazing animals. *Proceedings of the Nutrition Society*, 50, 77-85.
- Pfister, J.A. and Malechek, J.C. (1986). Dietary selection by goats and sheep in a deciduous woodland of northeastern Brazil. *Journal of Applied Ecology*, 39, 24-28.
- Provenza, F.D. and Balph, D.F. (1990). Applicability of five diet-selection models to various foraging challenges ruminants encounter. In: *Behavioural Mechanisms of Food Selection*. pp: 423-460. Ed.: R.N. Hughes. Springer-Verlag, Berlin.
- Sanders, K.D.; Dahl, B.E. and Scott, G. (1980). Bite-count vs fecal analysis for range animal diets. *Journal of Range Management*, 32, 146-149.
- Vallentine, J.F. (1990). *Grazing Management*. Academic Press. London.

P o n e n c i a V
EFECTO DE LA SUPLEMENTACION
SOBRE LA INGESTION VOLUNTARIA DE GANADO
OVINO Y CAPRINO EN PASTOREO

E. MOLINA ALCAIDE,(*)

M. A. GARCIA (*)

J. BOZA (*)

J. F. AGUILERA (*)

(*) Estación Experimental de Zaidín, (CSIC), Profesor Albareda, 1. 18008. Granada.

**EFEECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE LA INGESTIÓN VOLUNTARIA
DE GANADO OVINO Y CAPRINO EN PASTOREO**

Molina Alcaide, E.; García, M.A.; Boza, J.; Aguilera, J.F.
Estación Experimental del Zaidín (CSIC). Profesor Albareda, 1. 18008 Granada.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción animal en medios áridos y semiáridos han de basarse en la explotación de la especie animal más adecuada y en el aprovechamiento de la fitomasa anual disponible de la vegetación nativa y naturalizada, complementada con otros recursos en función de los niveles de producción deseados.

En general, se acepta la especial capacidad del ganado ovino y, sobre todo, del ganado caprino para adaptarse a medios difíciles. Entre ambas especies parecen existir diferencias en capacidad ingestiva que se han intentado explicar como el resultado de distintas capacidades de selección de la dieta, diferencias en las características de la fermentación ruminal, en la eficiencia digestiva, etc.

En medios áridos y semiáridos se agudiza el problema de la falta de adecuación entre el aporte de nutrientes proporcionado por la cobertura vegetal y la demanda del organismo animal y cobra especial relevancia la estimación del aporte nutritivo del pasto en relación a las necesidades nutritivas del animal. Además, el valor relativo de la ingesta con respecto a las necesidades de mantenimiento del animal es el principal factor que determina la eficiencia global de transformación de la energía del alimento en producto animal y, por tanto, la productividad animal (Blaxter, 1969; Forbes, 1986). La ingesta es un parámetro esencial en la determinación de la calidad del pasto y, por tanto, en la predicción de la productividad del rumiante en pastoreo. A pesar de su importancia, la cuantificación de la ingesta de nutrientes en pastoreo constituye un aspecto no resuelto satisfactoriamente sobre todo por problemas de tipo metodológico que determinan una gran imprecisión en su cuantificación.

La deficiencia en nitrógeno y en otros nutrientes que se produce con el consumo de pastos de baja calidad limita su ingestión (Minson, 1982) bien a través de efectos sobre la microflora ruminal, bien por un efecto directo sobre el animal.

En pastizales semiáridos, con una distribución multiestratificada de los recursos forrajeros y una amplísima variación de la capacidad de oferta, el valor nutritivo de los pastos ha de considerarse en relación con la selección de pasto que el animal practica, que depende de la diversidad y abundancia de las especies disponibles (Harrington y Wilson, 1980).

Aún cuando la oferta forrajera sea importante, pueden tener lugar ingestas reducidas asociadas a una baja digestibilidad del pasto. Se conoce que el suministro de un concentrado a animales en pastoreo conduce a una reducción de la ingesta de forraje

(Tayler y Wilkinson, 1972; Forbes, 1986) y la magnitud de este fenómeno parece aumentar con la calidad del forraje y depende de la cantidad de pasto disponible, reduciéndose el efecto de sustitución cuando la oferta forrajera es insuficiente (Allden, 1981). La mayor parte de la información acerca de los efectos de la suplementación se ha obtenido con animales en estabulación. El efecto de la incorporación de carbohidratos no estructurales sobre la digestibilidad e ingesta del forraje depende de varios factores: naturaleza del suplemento del que forman parte, nivel de suplementación y composición físico-química del forraje. Cuando las cantidades en que se ofrecen los concentrados son pequeñas no se suelen observar efectos negativos sobre la ingesta y/o digestibilidad (Aitchison y col., 1986; Ortigues y col., 1988). Aunque la suplementación con grano de cereales pudiera estar contraindicada porque reduce la digestibilidad y, por tanto, la ingesta de forraje, se han alcanzado respuestas positivas con raciones bien equilibradas compuestas de forrajes de baja calidad y granos (Lee y col., 1987).

La utilización de grano entero de cebada ofrece un cierto atractivo porque su almidón se degrada en menor extensión en el rumen que cuando se ofrece molido (Ørskov y Fraser, 1975; Mould y col., 1983) y el tamaño del cereal estimula su tránsito rápido al tracto digestivo posterior donde puede aportar nutrientes suplementarios a los producidos en la fermentación ruminal y, consecuentemente, mejorar la eficiencia de su utilización metabólica.

Con forrajes de baja calidad, ensayos in vitro e in vivo han mostrado que la digestión de los componentes fibrosos mejora cuando se suplementa con una fuente de nitrógeno (Miller y col., 1977; Ekern, 1982; McAllan y Smith, 1983).

Con esos antecedentes, el objetivo de este trabajo fue cuantificar la ingestión voluntaria de las especies ovina y caprina cuando pastorean en medio semiárido y comprobar la pertinencia de una determinada suplementación energética y nitrogenada en diferentes épocas del año.

MATERIAL Y MÉTODOS

El medio físico

Los ensayos se realizaron en el año 1990 en una finca situada al noreste de la provincia de Granada. La pluviometría media anual de la zona varía entre 253 y 585 mm. En esta comarca se practica una ganadería, principalmente, de ovino pero también de caprino, en régimen de explotación semiextensivo. Es frecuente el uso de cebada grano como suplemento de la alimentación en determinadas épocas del año. En el área se realizan cultivos cerealistas (trigo, centeno y cebada, fundamentalmente) intercalados con cultivos arbóreos de secano (almendros). Los sistemas de explotación agrario y ganadero han condicionado la vegetación actual de la zona que está constituida por especies típicas de matorrales seriales, tomillares nitrófilos y pastizales vivaces y anuales

Animales experimentales

Se utilizaron 6 ovinos, machos adultos castrados, de raza segureña y peso vivo medio de 58,4 kg y 8 caprinos, hembras adultas de raza granadina y peso vivo medio de 34,8 kg, en fase no productiva. Todos los animales estaban dotados de cánula ruminal.

Dietas

Los animales se distribuyeron al azar en 3 grupos que consumieron ad libitum pasto sólo y pasto suplementado (100g/animal y día) con cebada grano o cebada grano adicionada de urea al 1% (una solución de urea al 50% se pulverizó sobre la cebada en un mezclador horizontal).

Desarrollo de los ensayos

Los ensayos se desarrollaron en tres periodos distintos (I, II y III), sin solución de continuidad, desde finales de abril hasta finales de julio, siguiendo un diseño factorial 2 (especie animal) x 3 (estado fenológico del pasto) x 3 (suplementación).

Cada periodo experimental incluía un subperiodo de adaptación de los animales a la dieta de 10 días de duración. De acuerdo con el sistema tradicional de manejo en la zona, los animales siguieron un régimen de explotación semiextensivo. El suplemento se suministró en el aprisco, por la mañana e inmediatamente antes de la salida de los animales al campo. Los animales tenían acceso al abrevadero y a bloques de sal, dos veces al día. La vuelta al aprisco estuvo condicionada por la duración del día.

Durante los días de adaptación de los animales a la dieta, se tomaron muestras del material vegetal consumido según una técnica de observación directa y seguimiento de los animales al azar durante periodos de 10 minutos por animal . A partir de las especies vegetales recolectadas se elaboró, en función de los hábitos alimenticios observados, una mezcla porcentual representativa del pasto consumido por una u otra especie animal.

Tras la adaptación de los animales a la correspondiente dieta experimental, se suministró una cantidad fija de paja mordantada con sesquióxido de cromo (Cr_2O_3) (Uden y col., 1980) a través de la cánula ruminal, durante 8 días. A lo largo de los 3 últimos días se tomaron muestras de heces por palpación rectal, 4 veces al día.

Determinaciones analíticas

Las muestras representativas de los pastos consumidos por el ganado ovino y caprino se desecaron a 70°C en estufa de ventilación forzada. Alicuotas de estas muestras y de cebada y cebada-urea se utilizaron para la determinación de la digestibilidad in vitro (Tilley y Terry, 1963). El contenido ruminal en el que se incubaron las muestras procedía de ganado ovino y caprino alimentado a nivel de mantenimiento (Aguilera y col., 1986, 1990, 1991) con heno de alfalfa de buena calidad y una mezcla minero-vitaminica.

Alicuotas de los pastos consumidos, de los suplementos ensayados y de la excreción fecal se utilizaron para la determinación de los contenidos en materia seca por desecación a 103°C, minerales totales por incineración a 550°C y de los componentes fibrosos (Goering y van Soest, 1970). La concentración de Cr₂O₃ se determinó (Aguilera y col., 1988) en muestras de heces .

Cálculo de la ingesta voluntaria

La digestibilidad in vivo (D, g materia orgánica digestible/g materia orgánica total) de los pastos consumidos por ovino y caprino y de los suplementos ensayados se estimó a partir de los datos de digestibilidad in vitro, utilizando una ecuación de regresión obtenida en nuestro laboratorio con alimentos de naturaleza muy variada (DMO in vivo, % = 15,9 + 0,758 DMO in vitro, %; n= 29; r= 0,983; RSD= 3,50; P<0,001; DMO representa la digestibilidad de la materia orgánica).

La producción diaria de heces (E, g materia orgánica) se calculó a partir de la concentración de Cr₂O₃ en heces .

La ingesta voluntaria (I, g materia orgánica) se calculó según la formula:

$$I=E/(1-D).$$

Los datos obtenidos se analizaron utilizando los paquetes estadísticos Statistical Graphics System (STSC, 1986) y Statistics Analytic System (SAS, 1987)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición botánica de los pastos consumidos

En los 3 periodos experimentales se observó un claro predominio de especies herbáceas (76,5% - 80,5%) en los pastos seleccionados por ambas especies animales, aunque fueron diferentes las especies predominantes en cada periodo. Las especies arbustivas fueron consumidas por el ganado ovino y caprino en proporciones cuantitativamente importantes durante los periodos II (23,5%) y III (17,0% y 19,5% del peso fresco del pasto, respectivamente para ganado caprino y ovino). El consumo de especies arbóreas fue relativamente elevado en el periodo I (14 y 11%, respectivamente para ganado caprino y ovino).

El hecho de que ambas especies animales consumiesen una dieta mixta en la que predominaban las especies vegetales más abundantes en el pastizal mixto, la adaptación de los hábitos alimenticios a la vegetación disponible; corrobora las observaciones realizadas por otros autores -Leclerc (1984) y Narjisse y El Bare (1986) en ganado caprino, y Davis (1964) y Arnold y col. (1966) en ganado ovino- y resta validez a la extrapolación de resultados procedentes de distintos espacios ecológicos. Clark y col. (1982) y Bullock (1985) observaron que el ganado ovino y el caprino seleccionan las mismas especies vegetales en su dieta cuando se les ofrecen raciones de idéntica composición florística. Nuestras observaciones indican que el comportamiento del

ganado caprino está matizado por ciertas preferencias hacia el ramoneo, de acuerdo con Malechek y Provenza (1981) y Harrington (1982), pero probablemente el copastoreo con ovino modificó el comportamiento selectivo del ganado caprino, fenómeno ya indicado por Griego (1975).

Composición química de los pastos consumidos

La composición química de los pastos consumidos por una u otra especie animal (Tabla 1) refleja los cambios en la composición botánica y la evolución del estado fenológico de las distintas especies vegetales que tuvieron lugar a lo largo del desarrollo de los ensayos. Se observa un aumento del contenido en materia orgánica (MO) de los pastos consumidos por el ganado caprino y el ovino, paralelo a la evolución fenológica de los pastos. El contenido en proteína bruta (PB) de los pastos consumidos durante la primavera (periodos I y II) es el más elevado. Aunque las diferencias interespecificas no son cuantitativamente importantes en ninguno de los periodos experimentales las tendencias están matizadas por el periodo experimental considerado.

Tabla 1.- Composición (g/100 g MS) de los pastos consumidos por el ganado caprino y ovino en una zona semiárida del SE ibérico durante diferentes periodos del año

	PERIODO I		PERIODO II		PERIODO III	
	caprino	ovino	caprino	ovino	caprino	ovino
Materia seca *	34,4	34,4	31,0	30,8	58,8	63,8
Materia orgánica	86,6	86,2	90,3	90,4	92,9	93,5
Proteína bruta	10,0	10,5	12,5	12,4	8,69	7,78
N-FAD (% NI)**	14,9	7,74	21,7	23,9	20,9	33,2
Fibra neutro detergente	40,4	42,9	51,1	54,6	53,1	55,5
Fibra ácido detergente	26,1	25,5	37,7	37,7	31,8	32,0
Lignina ácido detergente	6,11	4,82	10,0	9,27	7,34	7,34

*Materia seca: (g/100g materia fresca): **Nitrógeno ligado a la fracción de lignocelulosa

Sistemáticamente, aparece una mayor riqueza en paredes celulares (FND) en los pastos consumidos por ganado ovino, que interpretamos como una consecuencia de la mayor presencia observada en dichos pastos de gramíneas, con un contenido más elevado en hemicelulosas que otras familias botánicas. El porcentaje de FND y el grado

de lignificación (LAD) de los pastos consumidos durante el periodo I son menores que en los periodos II y III quizás como reflejo de un estadio más joven de las especies de herbáceas presentes en aquél periodo.

Aunque la información relativa a ensayos comparativos realizados en pastoreo es prácticamente inexistente, lo que dificulta las comparaciones, nuestros resultados coinciden con las observaciones realizadas por Rutagwenda y col. (1990).

Digestibilidad de los pastos y suplementos consumidos

Los valores de digestibilidad in vitro, tanto de los pastos como de los suplementos consumidos, aparecen en la Tabla 2. Contrariamente a lo que parecen indicar las diferencias en composición química, se observa una mayor ($P < 0,05$) digestibilidad de la materia orgánica de los pastos seleccionados por el ganado ovino (60,3 y 63,9 % en el ganado caprino y el ovino, respectivamente). Es posible que esa divergencia esté relacionada con el contenido más elevado en hemicelulosas de los pastos que consumió la especie ovina, pero la magnitud de la diferencia en composición no es suficiente para explicar la encontrada en los valores de digestibilidad. Las variaciones en la estructura física de los componentes de la pared celular, derivadas de la selección de distintas especies botánicas, que determinarían una mayor susceptibilidad del material vegetal consumido a la degradación ruminal, podrían explicar el resto.

Tabla 2.- Digestibilidad in vitro (%) de los pastos consumidos por el ganado caprino y ovino en una zona semiárida del SE ibérico durante diferentes periodos del año y de los suplementos ensayados*

PERIODO	Pasto caprino			Pasto ovino		
	MS	MO	FND	MS	MO	FND
Período I	70,1±0,93	69,1±1,14	40,9±1,47	70,5±0,61	70,0±0,56	47,4±0,54
Período II	59,5±0,77	56,2±0,77	40,7±1,00	63,9±0,85	60,9±0,89	47,0±0,95
Período III	56,8±0,57	63,1±0,76	40,9±2,52	55,3±0,87	39,7±1,04	61,0±0,77

Suplementos	MS	MO	FND
Cebada grano	90,8	91,1	72,3
Cebada grano - urea	88,9	89,4	72,8

* MS, MO y FND = Materia seca, materia orgánica y fibra neutro detergente, respectivamente

Los valores más elevados ($P < 0,05$) de digestibilidad in vitro de la materia orgánica corresponden a los pastos consumidos durante el periodo I (69,5%). Las digestibilidades medias de la materia orgánica de los pastos consumidos durante los periodos II y III no resultaron significativamente distintas (58,7 y 58,2 % en los periodos II y III, respectivamente) contrariamente a lo que parecen indicar las diferencias encontradas en la composición química de los pastos consumidos en esos periodos. Esta aparente contradicción también puede explicarse por diferencias en la estructura físico-química de los componentes de las paredes vegetales de las distintas especies botánicas seleccionadas.

Ingestión voluntaria

La variabilidad en la excreción fecal determina la variación en la ingestión voluntaria. La variabilidad individual observada en la producción diaria de heces osciló ampliamente (coeficientes de variación de 6,0-30,2 % y 7,7-33,0 % en ganado caprino y ovino, respectivamente). El coeficiente medio de variación entre días fue similar para el ganado ovino y el caprino (12,2 y 13,1 %, respectivamente). Pfister y Malechek (1986) obtuvieron coeficientes de variación individual de 6-18% y de 12-23 % en ganado ovino y caprino, respectivamente .

Los valores correspondientes a la ingestión de materia orgánica de pasto (MOp) y a la ingestión de materia orgánica total (MOt) y de materia orgánica digestible total (MODt) aparecen en la Tabla 3. Se observa un efecto significativo ($P < 0,05$) sobre la ingestión de MOp de la especie animal (44,4 y 26,6 g MO/kg^{0,75} y día en ganado caprino y ganado ovino, respectivamente), del estado fenológico del pasto (26,5, 46,2 y 37,6 g MO/kg^{0,75} y día, respectivamente para los periodos I, II y III) y de la suplementación (41,8, 34,5 y 34,0 g MO/kg^{0,75} y día, respectivamente para los grupos que consumían pasto, pasto suplementado con cebada y pasto suplementado con cebada-urea). La suplementación redujo la ingestión voluntaria de pasto en 7,3 y 7,8g MO/kg^{0,75} y día, equivalentes a 125 y 134 g de MOp, respectivamente para la adición de cebada y cebada enriquecida con urea. Además, resultaron significativas las interacciones especie animal x estado fenológico del pasto ($P < 0,01$) y especie animal x estado fenológico del pasto x suplementación ($P < 0,001$). Cuando se consideró la ingesta de MOt , sólo se observó un efecto significativo ($P < 0,05$) de la especie animal y del estado fenológico del pasto. La ingesta energética media (Tabla 4) superó las necesidades energéticas de mantenimiento en ganado caprino (Aguilera y col., 1990 y 1991) y resultó insuficiente para atender a las de ganado ovino (Aguilera y col., 1986).

En nuestros ensayos, el estado fenológico del pasto y, por consiguiente, la época del año, tuvo un efecto significativo sobre el consumo de pasto. Pfister y Malechek (1986) también encontraron fluctuaciones de la ingesta en animales en pastoreo a lo largo del año. La ingesta más reducida correspondió a la época en que el pasto

EFFECTO DE LA SUP. SOBRE LA ING. VOL. DE GANADO OVINO Y CAPRINO EN P.

presentaba la mayor digestibilidad (periodo I) aunque menor ritmo de degradación (García y col., 1993a).

Tabla 3.- Ingestión voluntaria ($\text{g/kg}^{0,75}/\text{día}$) de ganado caprino y ovino en régimen semiextensivo en una zona semiárida del SE ibérico durante diferentes periodos del año*

	Caprino			Ovino		
	MOp	MOt	MODt	MOp	MOt	MODt
<u>PERIODO I</u>						
Pasto	38,2	38,2	26,1	20,1	20,1	13,9
Pasto+cebada	21,7	27,7	19,8	22,2	26,3	18,8
Pasto+cebada-urea	36,8	42,7	30,1	16,4	20,5	14,8
<u>PERIODO II</u>						
Pasto	53,5	53,5	31,5	43,2	43,2	26,8
Pasto+cebada	6,6	82,5	50,0	19,9	24,0	15,8
Pasto+cebada-urea	52,8	58,7	36,0	24,3	28,4	18,6
<u>PERIODO III</u>						
Pasto	59,9	59,9	34,6	32,2	32,2	20,0
Pasto+cebada	2,5	48,4	29,5	26,4	30,6	20,0
Pasto+cebada-urea	31,0	36,9	22,8	34,6	38,7	25,0

* MOp = materia orgánica de pasto; MOt = materia orgánica total; MODt = materia orgánica digestible total

Tabla 4.- Relación entre la ingestión voluntaria de ganado caprino y ovino, en régimen semiextensivo en una zona semiárida del SE ibérico durante diferentes periodos del año, y las necesidades energéticas de mantenimiento de ambas especies animales (IEM/IEMm)*

	Caprino	Ovino
<u>PERIODO I</u>		
Pasto	0,9	0,5
Pasto + cebada	0,7	0,7
Pasto + cebada - urea	1,0	0,6
<u>PERIODO II</u>		
Pasto	1,0	1,0
Pasto + cebada	1,6	0,6
Pasto + cebada - urea	1,2	0,7
<u>PERIODO III</u>		
Pasto	1,1	0,8
Pasto + cebada	1,0	0,8
Pasto + cebada - urea	0,8	1,0

* IEM = Ingesta de energía metabolizable $\text{kJ/kg}^{0.75}/\text{día}$, calculada según ingesta de materia orgánica total $\times 19 \times 0,82$ (ARC, 1980)

IEMm = Ingesta de energía metabolizable para mantenimiento 401 y 469 $\text{kJ/kg}^{0.75}/\text{día}$ respectivamente para ganado ovino y caprino (Aguilera y col., 1986, 1990, 1991).

En ese periodo hubo lluvias abundantes que afectaron al tiempo de pastoreo y a la palatabilidad del material vegetal disponible. También se observaron diferencias en la ingesta durante los periodos II y III. Estas variaciones son difícilmente explicables si se consideran sólo las diferencias en la composición y disponibilidad de nutrientes de los pastos consumidos en ambos periodos; probablemente se expliquen mejor si se tiene en cuenta, además, que el ritmo fraccional de paso de la digesta a través del rumen tiende a

ser superior en el periodo II (García y col., 1993a). La interacción entre la especie animal y el periodo del año es significativa, de manera que la máxima ingesta de ganado caprino se obtiene durante el periodo II y disminuye al avanzar el verano, mientras que en ganado ovino no se observa una alteración importante de la ingesta media cuando se comparan los periodos II y III.

La cebada y la cebada-urea no actuaron como suplementos del pasto, sino como substitutivos del mismo. Puede contribuir a ello el hecho de que los suplementos se suministraron por la mañana antes de que los animales salieran al campo, en un intento de activar la función fermentativa ruminal y elevar la disponibilidad de nitrógeno para los microorganismos del rumen. La adición de urea probablemente estimuló la actividad celulolítica, ya que originó un incremento de la concentración de acetato en el contenido ruminal de ambas especies animales (García y col., 1993b). La suplementación sólo con urea o con un concentrado proteico de adecuada degradabilidad en rumen y con capacidad para aportar nutrientes a nivel del intestino delgado, probablemente hubiese establecido condiciones en el microambiente ruminal estimulantes de la ingestión voluntaria .

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos nos permiten concluir que en las condiciones de nuestros ensayos:

a) Existen diferencias interespecificas ovino-caprino en cuanto a capacidad ingestiva de pastos de zonas semiáridas .

b) La suplementación del pasto disponible con grano de cebada es desaconsejable ya que deprime la ingestión voluntaria de forraje.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento al ICONA que subvencionó la realización de este trabajo en el marco del proyecto LUCDEME; a D. Miguel Cruz Mira por poner a nuestra disposición los laboratorios de la finca "Los Morales" y darnos la oportunidad de desarrollar los ensayos de campo en la finca Cubero.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC) 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux. Slough, Inglaterra, pag. 73-119.
- AGUILERA, J.F., MOLINA, E., PRIETO, C., BOZA, J. 1986. Estimación de las necesidades energéticas de mantenimiento en ganado ovino de raza segureña. Arch. Zootec., 35, 89- 96.

- AGUILERA, J.F., PRIETO, C., MOLINA, E., LACHICA, M. 1988. A micromethod for routine determination of chromic oxide in nutrition studies. *Analisis*, 16, 454-457.
- AGUILERA, J.F., PRIETO, C., FONOLLÁ, J. 1990. Protein and energy metabolism of lactating Granadina goats. *Br. J. Nutr.*, 63, 165-175.
- AGUILERA, J.F., LARA, L., MOLINA, E., PRIETO, C. 1991. Energy metabolism of the growing Granadina goat at fasting and maintenance. *Small Rumin. Res.*, 5, 109-115.
- AITCHISON, E.M., GILL, M., OSBOURN, D.F. 1986. The effect of supplementation with maize starch and level of intake of perennial ryegrass (*Lolium perenne* cv. Endura) hay on the removal of digesta from the rumen of sheep. *Br. J. Nutr.* 56, 477-486.
- ALLDEN, W.G. 1981. Energy and protein Supplements for Grazing Livestock. En: *Grazing Animals*. World Animal Science, B1. F.H.W. Morley (ed). Elsevier. Amsterdam, pag. 289-307.
- ARNOLD, G.W., BALL, J., McMANUS, W.R., BUSH, I.G. 1966. Studies on the diet of grazing animal. I. Seasonal changes in the diet of sheep grazing on pastures of different availability and composition. *Aust. J. Agric. Res.*, 17, 543-556.
- BLAXTER, K.L. 1969. The efficiency of Energy Transformations in Ruminants. En: *Energy metabolism of Farm Animals*. Proc. 4th Symp. 1967 Varsovia. EAAP Publ. n° 12. K.L. Blaxter, J. Kielanowski, G. Thorbek (eds). Oriol Press Ltd. Newcastle upon Tyne, Inglaterra, pag. 21-28.
- BULLOCK, D. J. 1985. Annual diets of hill sheep and feral goats in Southern Scotland. *J. Appl. Ecol.*, 22, 423-433.
- CLARK, D.A., LAMBERT, M.G., ROLSTON, M. P., DYMOCK, N. 1982. Diet selection by goats and sheep on hill country. *Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod.* 42, 155-157.
- DAVIS, I.F. 1964. Diet selected by sheep grazing on annual pasture in southern Victoria. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 5, 249-250.
- EKERN, A. 1982. Results from feeding trials and practical experience concerning protein feeding of ruminants in Norway. En: E.L. Miller, I.H. Pike y A.J.H. van Es (eds), *Protein Contribution of Feedstuff for Ruminants: Application to Feed Formulation*. Butterworths, Londres, pag. 86-102.
- FORBES, J.M. 1986. *The Voluntary food Intake of Farm Animals*. Butterworths. Londres, pag. 67-85.
- GARCIA, M.A., ISAC, M.D., AGUILERA, J.F., MOLINA ALCAIDE, E. 1993a. Degradation and passage kinetics and voluntary intake in grazing goats and sheep. 44. Reunión Anual de la FEZ. Aarhus (Dinamarca).

- GARCIA, M.A., ISAC, M.D., AGUILERA, J.F., MOLINA ALCAIDE, E. 1993b. Rumen fermentation pattern in grazing goats and sheep on pastures from semiarid Spanish lands. *Liv. Prod. Sci.* ???.
- GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. 1970. Forage fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures and some Applications). USDA Agriculture handbook n° 379. USDA-ARS. Washington, D.C., pag. 1-20.
- GRIEGO, R.R. 1975. Spring grazing and bioenergetic studies of sheep and goats. Tunisian presaharian project. *Desert Biome. Prog. Rep. n° 3*. Logan, Utah, USA, pag. 3-5.
- HARRINGTON, G.N. 1982. Grazing behaviour of the goat. *Proc. 3rd Int. Conf. on Goat Production and Disease*, pag. 398-403.
- HARRINGTON, G.N., WILSON, A.D. 1980. Methods of measuring secondary production from browse. En: *Browse in African: the current state of knowledge*. H.N. Le Houerou (ed). *Int. Symp. Addis Abeba, Etiopía*.
- LECLERC, B. 1984. Utilisation du maquis corse par des caprins et des ovins. I: Régime alimentaire des caprins. *Acta Oecologia, Ecol. Applic.* 5, 383-406.
- LEE, G.J., HENNESSY, D.W., NOLAN, J.V., LENG, R.A. 1987. Responses to nitrogen and maize supplements by young cattle offered a low-quality pasture hay. *Aust. J. Agric. Res.* 38, 195-207.
- MALECHEK, J.C. 1970. The botanical and nutritive composition of goat diets on lightly and heavily grazed ranges in the Edwards Plateau of Texas. *Tesis Doctoral*. Texas A & M University College Station, USA.
- MALECHEK, J.C., PROVENZA, F.D. 1981. Feeding behaviour and nutrition of goats on rangelands. En: *Symp. Int. Nutrition and Systems of Goat Feeding*. Tours, Francia. P. Morand-Fehr, A. Bourbouze, M. de Simiane (eds). ITOVIC-INRA, pag. 411-428.
- McALLAN, A.B., SMITH, R.H. 1983. Factors influencing the digestion of dietary carbohydrates between the mouth and abomasum of steers. *Br. J. Nutr.* 50, 445-454.
- MILLER, E.L., JOHNSON, F.L., BRIGGS, M.C.E., KEMPSEY, R.G. 1977. The effects of alkali and urea on ground and pelleted all-straw diets for sheep. *Proc. Nutr. Soc.* 36, 129A.
- MINSON, D.J. 1982. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. En: *Nutritional limits to Animal Production from Pastures*. J.B. Hacker (ed). Commonwealth Agricultural Bureaux. Londres, pag. 167-182.
- MOULD, F.L., ØRSKOV, E.R., GAULD, S.A. 1983. Associative effects of mixed feeds. 2. The effect of dietary addition of bicarbonate salts on the voluntary intake and digestibility of diets containing various proportions of hay and barley. *Anim. Feed Sci. Technol.* 10, 31-47.

- NARJISSE, H., EL BARE, B. 1986. Seasonal changes in the dietary botanical composition of sheep and goats grazing in an forest. En: Rangelands: A Resource Under Siege. P.J. Joss, P. W. Lynch, O.B. Williams (eds). Austr. Acad. Sci. Canberra, Australia, pag. 369-371.
- ØRSKOV, E.R., FRASER, C. 1975. The effects of processing of barley-based supplements on rumen pH, rate of digestion and voluntary intake of dried grass "in situ". Br. J. Nutr. 34, 493-500.
- ORTIGUES, I., FONTENOT, J.P. FERRI, J.G. 1988. Digesta flows in sheep fed poor quality hay supplemented with urea and carbohydrates. J. Anim.Sci. 66, 975-985.
- PFISTER, J.A., MALECHEK, J.C. 1986. Ruminant volatile fatty acids and ammonia in cattle grazing dry tropical pastures. J. Agric. Sci. 86, 367-372.
- RUTAGWENDA, T., LECHNER-DOLL, M. SCHWARTZ, H.J., SHULTKA, W., VON ENGELHART, W. 1990. Dietary preference and degradability of forage on a semiarid thornbush savannah by indigenous ruminants, camels and donkeys. Anim. Feed Sci. Technol. 31, 179-192.
- SAS. 1987. SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst., Inc. Cary, NC.
- STSC, Inc. 1986. STSC User Manual: Statistical Graphics System by Statistical Graphics Corporation Rockville, Maryland, USA.
- TAYLER, J.C., WILKINSON, J.M. 1972. The influence of level of concentrate feeding on the voluntary intake of grass and on live weight gain by cattle. Anim. Prod. 14, 85-96.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. 1963. A two-stage technique for in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc. 18, 104-111.
- UDEN, P., COLUCCI, P.E., VAN SOEST, P.J. 1980. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. J.Sci. Food Agric. 31, 625-632.

Resumen

El presente trabajo, que se enmarca dentro del Proyecto LUCDEME, tiene un doble objetivo: detectar diferencias entre las especies caprina y ovina respecto a su ingestión voluntaria cuando pastorean un medio semiárido y comprobar la pertinencia de una determinada suplementación energética y nitrogenada en diferentes épocas del año.

Se llevó a cabo una serie de ensayos con animales en fase no productiva de las especies caprina y ovina canulados en el rumen, que se mantuvieron en régimen semiextensivo y pastaron libremente en una finca de carácter semiárido situada al noreste de la provincia de Granada. Las prácticas agrícolas y ganaderas que se llevan a cabo en la zona en la que se realizaron los ensayos han condicionado su vegetación actual, constituida por especies típicas de los matorrales seriales, tomillares nitrófilos y pastizales vivaces y anuales. Los ensayos se realizaron entre los meses de abril y julio de 1990 en tres periodos distintos sin solución de continuidad. El diseño experimental correspondió a un factorial 2 (especie animal) x 3 (estado fenológico) x 3 (suplementación). Los animales se distribuyeron al azar en tres bloques que consumieron, ad libitum, pasto sólo, pasto suplementado (100g/animal/día) con cebada grano y pasto suplementado (100g/animal/día) con cebada grano enriquecida en urea.

Se estudió la composición botánica de los pastos consumidos, la composición nutritiva y la digestibilidad de pastos y suplementos y la ingestión voluntaria. Sólo se apreciaron pequeñas diferencias en la composición botánica y nutritiva entre los pastos consumidos por caprino y ovino. El contenido en materia orgánica (MO) de los pastos consumidos aumentó al avanzar el tiempo en los distintos periodos experimentales. Sistemáticamente se encontró una mayor riqueza, de escasa importancia cuantitativa, en paredes celulares (FND) de los pastos consumidos por el ganado ovino (51,0 y 48,2 g/100g materia seca, respectivamente para los pastos consumidos por ovino y caprino). La digestibilidad de la materia orgánica de los pastos consumidos por ovino resultó significativamente ($P < 0,05$) superior a la encontrada para los pastos consumidos por caprino (63,9 y 60,3 %, respectivamente). La ingestión voluntaria se estimó indirectamente, conocida la digestibilidad del alimento consumido y la producción diaria de heces, que se determinó mediante la dosificación en rumen de fibra mordantada y la medida de la concentración del marcador (Cr_2O_3) en la excreción fecal. La ingestión voluntaria de pasto (g MO/kg^{0,75} y día) se afectó significativamente ($P < 0,05$) por los factores especie animal, estado fenológico del pasto y suplementación. El consumo de pasto fue suficiente para cubrir las necesidades energéticas de mantenimiento del ganado caprino pero no sucedió así en la especie ovina. La suplementación redujo significativamente la ingestión voluntaria de pasto y no alteró la ingestión energética total. Las interacciones especie animal x estado fenológico y especie animal x estado fenológico x suplementación fueron significativas.

Se concluye que la suplementación con cebada grano en las condiciones experimentales de estos ensayos es desaconsejable, por cuanto que deprime la ingestión voluntaria de pasto, tanto en ganado caprino como en ovino. Estas especies animales presentan distinta capacidad ingestiva .

Coloquio
METOLOGIA DE ESTUDIO EN EXTENSIVO

METODOLOGÍA DE ESTUDIO EN EXTENSIVO

Metodología de estima de la ingesta

La utilización de caprinos con fistula esofágica en condiciones de pastoreo era problemática. El método elegido consistió en el seguimiento de los animales y recogida de muestras de las especies botánicas y partes de estas ingeridas por ellos, formando así una muestra representativa de su ingesta.

Factores relacionados con las diferencias de ingestión entre ovino y caprino

La mayor ingestión determinada en el ganado caprino podía ser explicada tanto en relación con la mayor digestibilidad de su ingesta, como de su mayor velocidad de degradación y ritmo de paso a lo largo del aparato digestivo, valores que también fueron determinados en el estudio realizado.

Utilización de alkanos como marcadores

La técnica fue desarrollada en Edimburgo para sus condiciones de pastoreo, de pastos homogéneos y basándose en el conocimiento, a partir de fistula de esófago, de la relación entre cadenas carbonadas de alkanos.

Tratar de extrapolarla a nuestras condiciones exigiría, en primer lugar, conocer las estructuras de distintos alkanos, pares e impares, porque, en las condiciones de zonas arbustivas o de pastos naturales de nuestro medio, los normalmente utilizados (C-36), puede que no sean los más apropiados. Hay que comprobar previamente qué estructuras carbonadas tenemos en nuestros pastos, qué características tienen, qué características tienen las estructuras de alkanos que ingiere el animal y, a partir de la relación entre ellas, deducir cual es la selección que realiza.

Tipo de rebaño e influencia de las condiciones de manejo en la ingestión

Los rebaños caprinos en las fincas privadas en el sureste de la península ibérica, son pequeños, de unos 100 animales, conducidos por un pastor, que va delante del rebaño. En casos excepcionales existen fincas grandes, como en el campo de Nijar, donde hay rebaños de hasta 800 cabras, manejados por dos pastores. Por otra parte, en terrenos públicos, se producen concentraciones estacionales de animales que pueden ser abundantes, como en el parque natural de Castril, donde en 12.000 Ha, se juntan 20.000 cabezas de ganado, en una época del año.

Hoy por hoy pueden ser rentables rebaños con unas 100 cabras en las zonas áridas y unas 50 cabras en la vega de Granada, donde se producen unos 400 litros de leche y obtienen 1,7 crías, que se venden con 8-9 kg. de peso, además de muchos animales selectos que repoblan otras zonas.

La gestión del espacio pastoral la realiza el pastor con los itinerarios que va haciendo, aunque, indudablemente, hay una querencia de los animales a utilizar lo que está cerca de la casa, de los abrevaderos, de las fuentes....

Parece evidente que el tipo de pastoreo que se realice, tanto en carga como en manejo, debe tener una repercusión sobre las diferencias interespecíficas en cuanto al comportamiento selectivo y en cuanto a la ingestión en sí misma. No obstante, este factor no fue incluido en el modelo de estudio. Lo que se hizo fue tratar de realizar el estudio comparativo utilizando el mismo sistema de manejo que siguen en la zona. Los animales fistulados hicieron los mismos recorridos, seguidos por el pastor, que el rebaño de la zona. Fue un sistema de explotación semiextensivo, en el que volvían por la noche al aprisco y la duración del periodo de pastoreo variaba dependiendo de la época del año.

Impacto ambiental del aumento del número de cabezas por rebaño y de la reducción de la gestión pastoral

En la Comunidad Europea el nivel de autoabastecimiento en las producciones ovina y caprina era del 78% en 1988 y ha subido al 83% en 1992. Las primas concedidas han provocado aumentos en el Reino Unido de 12 millones de ovinos en esos 4 años. En España los censos están muy estables, afectados al alza por las primas y a la baja por el descenso del número de pastores.

La repercusión que todo ello puede tener sobre el medio ambiente y la capacidad de sustentación de las explotaciones se ejemplifica en dos medios: Uno es la finca que ha servido de soporte a los estudios presentados previamente, en la que, con un número pequeño de animales, el ganadero no aumenta el censo, porque sabe que no puede, y la finca se está recuperando. La situación se presenta a través de fotografías aéreas, con fotointegración y digitalización posterior de los datos. En 1956 se trataba de una explotación cerealista, en la que el cereal y el barbecho ocupaba una extensión importante. En 1977 la situación había cambiado, el cereal era escaso y el barbecho prácticamente había desaparecido. Aparecen zonas de chumberas, planta naturalizada de bastante interés, algunos frutales en uso (olivo y algo de almendro) y otros abandonados, de las mismas especies, que se utilizan para alimentación animal. En 1988, 32 años después, es una finca que con el cambio de actividad cerealista por uso ganadero ha recuperado su vegetación. Este es un caso del que se está hablando mucho. De cómo el pastoreo en las zonas áridas, cuando no hay sobrecarga de animales, cuando se tiene en cuenta su capacidad sustentadora, se puede recuperar la vegetación.

En 1992 se publicó un trabajo de este mismo tipo, con fotografías aéreas del desierto del Negueb, israelita, que se pastorea, y del Sinaí, de los egipcios, que no se pastorea. Se veía más verde el primero y más amarillo el segundo. La explicación podría ser que la planta pastoreada, más pequeña resistía mejor los periodos de sequía. Hay diversas explicaciones que indican que, con un pastoreo adecuado, podemos recuperar la vegetación.

Por el contrario, en el parque natural de Castril, que son tierras de dominio público, con 12.000 Ha y esas 20.000 cabezas estacionales, hay un proceso claro de

desertificación, que ha estudiado Pasera, pero de una desertificación subvencionada. Es un sobrepastoreo subvencionado por la prima. Es lo que refleja el comic en que aparecen un pastorcito y una cabra. La cabra le dice: "Lo que pasa es que ya no me quieres como antes", mientras que el pastor está pensando en los ECUS que le dan por ella.

En cierta medida es esto lo que está pasando. Hay zonas en las que el propietario quiere conservar lo suyo y vigila el censo, en cambio en otras, y entre ellas los espacios públicos, no se hace así. Y este fue el motivo del LUCEDME, el estudiar la capacidad de asentamiento en nuestros parques naturales, pero desgraciadamente por falta de recursos económicos no se puede hacer. Pero, a la vez, existen medios del Ministerio de Asuntos Exteriores para estudiar problemas similares en Mauritania y para mantener el equipo se va a tener que hacer.

Utilización de muestras valoradas

En la estima de la capacidad sustentadora se evalúa en primer lugar, la fitomasa disponible, a continuación se mide la ingesta y la composición de esa ingesta; el paso siguiente es estimar su valor nutritivo. Parte de la metodología utilizada para ello hace referencia a la estima mediante digestibilidades "in vitro", utilizando como patrones de referencia interna en las series de análisis muestras previamente valoradas. Para que el método sea más preciso, estas muestras valoradas deberían ser de la misma o parecida naturaleza a las que constituyen la ingesta de los animales y de ahí el interés de disponer de este tipo de muestras valoradas y conservadas convenientemente en Bancos de Muestras.

Nota del editor: Por dificultades en la grabación no se recogen todos los temas tratados en esta discusión.

Ponencia VI
LOS SISTEMAS DE ALIMENTACION EN REBAÑOS
DE PEQUEÑOS RUMIANTES EN LAS ZONAS ARIDAS
DE ASIA OCCIDENTAL Y AFRICA DEL NORTE

T. T. TREACHER (*)
A. V. GOODCHILD (*)
S. RIHAWI (*)
A. TERMANINI (*)

**LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN REBAÑOS
DE PEQUEÑOS RUMIANTES EN LAS ZONAS ÁRIDAS
DE ASIA OCCIDENTAL Y ÁFRICA DEL NORTE.**

T.T.Treacher, A.V.Goodchild, S.Rihawi and A.Termanini
International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas. P.O.Box 5466, Aleppo, Syria.

**LA CONTRIBUCIÓN DEL PASTOREO EN PASTOS NATURALES Y
PASTIZALES EN LA NUTRICIÓN DE LOS REBAÑOS DE OVINOS**

Se nos plantea el discutir el tema de cómo estimar la capacidad de sustentación ganadera de una determinada zona. Pero no creemos que se pueda contestar a esa pregunta cuando existe un deterioro del medio muy grave en los pastizales, debido a que generalmente sustentan una población elevada de rumiantes, como ocurre en Asia occidental y África del Norte. En estos casos otros alimentos proporcionan una parte importante de las necesidades alimenticias anuales. Por lo tanto, discutiremos en cambio, el problema de la estimación del aporte del pastoreo al consumo de nutrientes.

En primer lugar, hay que determinar el calendario alimenticio para los rebaños de la región, es decir, una descripción de los recursos alimenticios aprovechados en cada época del año. Veamos un ejemplo para rebaños nómadas o trashumantes, que tienen su base en la estepa siria, o "badia". Esta estepa cubre un área de 10 millones ha de terreno, con una precipitación menor de 250 mm, y se estima que alrededor del 75% de los 15.6 millones de ovinos en Siria tienen allí su base. Estos rebaños eran antiguamente nómadas: se movían dentro de la estepa desde octubre hasta mayo, pastoreando arbustos (*Atriplex*, *Artemisia* y *Salsola* sp.) y plantas anuales. En verano, se trasladaban a las zonas cultivadas para pastar rastrojos de cereales y otros residuos de cultivos. En los últimos 40 años, el incremento del cultivo de la cebada en el interior de la estepa y el sobrepastoreo han provocado el deterioro del medio y la eliminación casi total de la vegetación arbustiva. El pastoreo actualmente se ve limitado a la primavera. Los rebaños todavía salen de la estepa a fines de mayo para las zonas cultivadas donde pastan rastrojos de cereales, en su mayor parte cebada, arrendados de los agricultores durante un promedio de cuatro meses. La cubrición de las ovejas se realiza en este período.

Una vez pastados todos los rastrojos, muchos rebaños se desplazan a zonas de regadío para pastar otros residuos, especialmente de algodón y maíz. Unos se desplazan a las zonas costeras para aprovechar residuos de cultivos de verduras, y otros vuelven a la estepa, donde se llevan a pastar durante el día, pero de noche se les da paja. Al final de la gestación y especialmente en lactancia, se aprovecha el grano de cebada y, según la disponibilidad y el precio, otros alimentos, tales como semilla de algodón, salvado de trigo y pan. Desde marzo, aproximadamente, se pasta la vegetación primaveral de plantas

anuales en la estepa, sin alimentos suplementarios, pero en los años de sequía cuando el crecimiento se ve limitado, se siguen aprovechando la paja y los alimentos concentrados hasta el final de mayo, al estar disponibles de nuevo los rastrojos. Muchos años, si los agricultores opinan que la cosecha de cebada es demasiado reducida para recogerla, los rebaños la pastan toda durante abril o mayo.

Para un cuarto de la población ovina, en rebaños que tienen su base en los pueblos de las zonas cultivadas (precipitación >250mm), el calendario alimenticio es muy similar. Sin embargo, durante el invierno y la primavera, se aprovechan pastos naturales sobre ribazos pedregosos, demasiado duros para ser cultivados. Antes se aprovechaba el barbecho dentro del sistema de año y vez, pero actualmente existe, en general, el cultivo continuo de cebada. En años de lluvia, si es adecuada la vegetación de plantas anuales, estos rebaños se desplazan a la estepa durante la primavera.

Lo que indican con mucha claridad estos calendarios es la pequeña proporción a la que contribuyen los pastizales naturales cercanos a los pueblos a las necesidades alimenticias de los rebaños en Siria. El pastoreo de pastos naturales proporciona una parte significativa de las necesidades nutritivas de las ovejas únicamente a lo largo de 3 meses, de marzo a mayo, es decir los meses 3° a 5° de la lactancia, en los cuales las necesidades para EM disminuyen de 12.0 a 9.8 MJ de EM/día, a medida que baja la producción de leche desde alrededor de 650 hasta 350 g/día. Esto representa un total de 1015 MJ, o sea 30% de las necesidades anuales, cifradas en 3440 MJ (MAFF 1984, sin el ajuste mostrado en el Cuadro 1, para el gasto energético del pastoreo). Además, se puede añadir una pequeña parte, no más que un 5%, al pastoreo en la estepa durante los demás meses, en los cuales las ovejas obtienen la mayoría de sus necesidades de los alimentos que se les ofrecen al volver al aprisco o al corral.

Para una estimación más precisa del aporte del pastoreo en pastos naturales a las necesidades nutritivas, sería necesario pormenorizar los datos de encuestas, apuntando los alimentos ofrecidos a los rebaños durante el año. Este tipo de encuesta se ha hecho en tres pueblos situados en la orilla de la estepa, en el noroeste de Siria, a lo largo de tres años, de 1979 a 1981 (Thomson, Bahhady y Martin, 1989; Thomson 1987). Se necesitó hacer inventarios mensuales de los alimentos comprados, vendidos y aprovechados. Thomson hizo el cálculo (Cuadro 1), al estimar las necesidades en energía metabolizable (EM) para el nivel medio de producción registrado en los rebaños, utilizando normas de alimentación (MAAF 1984) y estimaciones de la EM obtenida de los alimentos ofrecidos en cada etapa del ciclo productivo.

Estos cálculos llevan a pensar que el pastoreo en los pastizales contribuyó solo al 28% de las necesidades anuales en EM. El invierno de 1978/79 fue de sequía y, por consiguiente, en el pueblo con el área más pequeña del pastoreo en la estepa, la etapa de

CUADRO 1 Estimación de las necesidades anuales en energía metabolizable (EM) para una oveja Awassi, con una producción de leche de 110kg, con aporte de pastos naturales, y grano de cebada, paja y rastrojos.

Etapa del ciclo productivo	días	alimentos más importantes	EM necesidades (MJ)	Cantidad de EM de	
				pastos naturales	cebada
Gestación principio	50	rastrojos y residuos de cultivos	440	0	310
media	50	suplementos y pastos naturales	495	105	235
final	50	suplementos y pastos naturales	545	105	265
Lactancia principio (60 kg leche)	60	suplementos y pastos naturales	975	125	510
media (40kg leche)	60	pastos naturales	825	825	0
final (10kg leche)	30	rastrojos	340	0	340
período seco	65	rastrojos	575	0	575
Total	365		4195	1160	2235

Se asume que:

1. las necesidades de mantenimiento (EM) para una oveja de 50kg de 6.8 MJ/día
2. las necesidades para andar y pastorear y equivalen a 0.3EM_m
3. la oveja necesita 0, 15, y 30% más de EM_m en el primer, segundo y último tercio de gestación, respectivamente.
4. las necesidades EM para 1kg leche sean de 7.4 MJ
5. en los últimos 100 días de gestación y los primeros 60 días de lactancia, el pastoreo en pastos naturales aporte muy poco a las necesidades en EM.

alimentación suplementaria se extendió a 205 días, con 140 kg de concentrados y 210 kg de paja. El contenido energético total de estos alimentos alcanzó los 2640 MJ, lo que lleva a estimar el aporte de pastos naturales en el 14%.

Quizás en las estimaciones citadas, el pastoreo haya contribuido algo más a cubrir las necesidades de proteína, minerales y vitaminas. La cantidad de minerales y vitaminas obtenidas en pastoreo aunque sea muy pequeña, puede ser crítica, sobretodo por la falta de micronutrientes después de los años de sequía, durante los cuales la alimentación con paja y concentrados, puede aumentarse de 150 a 250 días al año (Bahhady, comunicación personal).

Boutonnet (1989) utilizó cálculos similares para estimar la contribución de las 11 millones ha de la estepa en Argelia a las necesidades en energía de los 7 millones de ovejas, además de las vacas, cabras, camellos y equinos, equivalentes a 3 millones de ovejas más, que permanecían allí en 1985. Las necesidades anuales de energía de estos animales, calculadas en unidades forrajeras francesas (unités fourragères, UF) sumaron 3430 millones. Utilizando estadísticas disponibles, estimó, también en UFs, la producción del pastoreo, tanto en la estepa, como, para las cortas etapas pasadas por parte de este ganado en el desierto al sur de la estepa y en la zona cultivada de cereales al norte. En total, estas zonas de pastoreo contribuyeron al 27% de las necesidades, pero el pastoreo en la estepa misma contribuyó sólo al 10% (350 millones UF). El resto de la energía la proporcionaron la paja (3.8 millones t), la cebada (0.5 millones t) y el salvado de trigo (0.4 millones t), los cuales se transportaron desde la zona de cereales hasta el interior de la estepa .

Sin duda, los cálculos realizados por Thomson y Boutonnet para estimar el aporte del pastoreo en las pastizales, tienen unos errores importantes y también se pueden cuestionar muchas de sus teorías. Puede ser que las normas de alimentación en países desarrollados no sean del todo convenientes para las razas y los sistemas en la región de Asia occidental y África del Norte. Existe un problema importante que se refiere al gasto energético realizado al andar y pastorear en pastizales con escasez de pasto.

Thomson (1987) supuso que al andar 6 a 12 Km/día se provoca un efecto importante sobre las necesidades de energía, aumentando, en un 30% durante todo el año las necesidades de mantenimiento, cifradas en 6.8 MJ/día (MAAF 1984), una cifra que ya cuenta con una modificación ligera por el gasto en energía al andar. Prieto (1991) sugirió que en las cabras en pastoreo, que andar largas distancias, el gasto energético de mantenimiento aumentaba en un promedio del 20% a lo largo del año. En una encuesta realizada por Jaubert y Oglah (1987) se sugirió que las ovejas pastando en pastos escasos durante 5 h/día en invierno, necesitaban un 20% más de alimentación para mantener su peso, en comparación con las ovejas que permanecían en los límites del pueblo durante

este periodo. El consumo realizado en pastoreo era considerablemente inferior a los gastos energéticos debidos al mismo.

LA CONTRIBUCIÓN DE LOS CULTIVOS Y DE SUS RESIDUOS A LAS NECESIDADES NUTRITIVAS

A continuación, se examinan los alimentos que contribuyen a cubrir la mayoría de las necesidades nutritivas anuales de los rebaños en Asia occidental. Se comenta la posibilidad de mejorar su calidad y su utilización y se mencionan los alimentos utilizados actualmente con mayor frecuencia

Cebada

El Cuadro 1, además de indicar la contribución del pastoreo a las necesidades energéticas anuales de ovinos en Siria, muestra también que en los pueblos estudiados desde 1979 a 1981, la cebada, tanto su grano, como la paja y el rastrojo, suministró un 53% de las necesidades anuales en energía. En Asia occidental ha llegado a ser el alimento más importante para los pequeños rumiantes. Desde la encuesta de Thomson *et al* (1989), se ha observado un aumento en la contribución de la cebada y una disminución en la del pastoreo en cuanto a sus aportes nutritivos respectivos. Al mismo tiempo que ha aumentado el número de ovinos en un 50%, se ha extendido rápidamente la zona cultivada de cebada un promedio de 1.200.000 ha desde 1979 a 1981 y 2.536.000 ha en 1990, localizadas cada vez más hacia el interior de las zonas áridas de la estepa. En 1990, en la zona 4, con una pluviometría de 200 a 250 mm, se sembraron 870.000 ha de cebada (87% del área total de la zona); en la zona 5, con una pluviometría menor de 200 mm, se sembraron 400,000 ha (4% del área total).

La cebada ha logrado ser el cultivo dominante debido a su versatilidad como alimento y a la facilidad de la conservación y del transporte de la paja y del grano cosechados. También los ganaderos actualmente la consideran el cultivo más seguro disponible en áreas con una pluviometría menor de 250 mm. Se puede utilizar en diferentes formas, dependiendo de las lluvias y de los precios de los alimentos alternativos existentes en un determinado año. Se puede pastar en la etapa vegetativa en primavera, aunque este pastoreo, por lo general, hace disminuir gravemente la producción de grano, a menos de que se riegue el cultivo. El rastrojo es un alimento importante durante 3 a 4 meses, en toda la región (ver Cuadro 1). En la mayoría de los países de la región, la paja recolectada se conserva para utilizarla en otoño e invierno. Los ganaderos consideran al grano el mejor alimento para ovejas, especialmente en lactación, siempre que el precio no sea demasiado alto. Una encuesta realizada por Leybourne (1991/92), en rebaños estudiados originalmente hace 10 años por Thomson *et al* (1989), demostró la importancia del precio. Se utilizó la paja a un nivel parecido, pero al estar los precios de la cebada elevados después de 2 años secos, los alimentos

alternativos, como el salvado de trigo (24% del total de los suplementos), la remolacha azucarera (13%) y el pan (11%) tuvieron una mayor importancia. En un año seco, no se cosechan muchos de los cultivos de cebada, sino que se pastan durante el verano.

Trigo

El trigo resulta de menor importancia que la cebada como una fuente de nutrientes para los rebaños en Siria. Se cultiva principalmente en zonas con precipitaciones mayores de 250 mm, sosteniendo un número bajo de rumiantes. Existen leyes en algunas zonas cultivadas que prohíben la explotación ovina durante el periodo de cultivo e incluso, en algunos lugares, durante todo el año. Sin embargo, es muy diferente la situación en otras zonas de la región del Asia occidental y África del Norte: en Anatolia (en Turquía), por ejemplo, la producción ovina se basa en la utilización del rastrojo y la paja de trigo, sin un aporte importante de concentrados. También, en África del Norte, principalmente en Argelia, el cultivo del trigo se extiende hacia zonas mucho más secas que las de Asia occidental, debido a su elevado precio.

Aunque la cantidad de paja y rastrojo de trigo aumenta en años secos, generalmente es pequeña, en comparación con la de la cebada, para la alimentación de ovinos en Siria. Esto se debe no tanto a la digestibilidad reducida de la paja de trigo (0.46 -0.52 v 0.42 de digestibilidad en pajas de cebada y trigo, respectivamente), como a las existentes en función del sistema de cultivo. En tierras de regadío, los agricultores cultivan de nuevo con soja, maíz o verduras después de la cosecha. Generalmente, se pastan los rastrojos durante un corto tiempo por un número elevado de ovinos, para aprovechar las espigas y las hojas antes de quemar y volver a cultivar. A veces, se quita la paja cortada antes de quemar y se prepara en un molino de martillos, provisto con una malla de 2 cm. La materia toscamente molida que se produce, se empaqueta para su transporte.

MEJORA DE LA UTILIZACIÓN DE LOS RASTROJOS Y LAS PAJAS DE CEREALES

Debido a la importancia de los residuos de cultivos de cereales, ICARDA cree que se necesita realizar una investigación aplicada para la mejora de la utilización de los rastrojos y las pajas de cereales, en el contexto de los sistemas encontrados en Asia occidental y África del Norte. Se pastan rastrojos, por lo general, en la etapa de cubrición, cuando el nivel de nutrición puede afectar a la prolificidad del rebaño. Asimismo, la paja es el alimento más importante durante la gestación, cuando la insuficiencia de nutrición puede afectar a la viabilidad del cordero en el parto y al posterior nivel de producción de leche.

Pastoreo de rastrojos

Son escasas las investigaciones publicadas sobre el pastoreo de rastrojos y en particular, en relación con el cultivo de cebada no regada, en la región Mediterránea. A su vez, las realizadas, en Australia se dirigen principalmente al rastrojo de trigo, pero casi nada al de cebada (ver Orsini y Arnold, 1986). Existen diferencias importantes entre estos dos sistemas: la mayoría de los cultivos en Australia se encuentran en áreas con una pluviometría más alta, lo que se traduce en una producción elevada de paja, y además se cortan sólo las espigas, dejando en pie la mayor parte de la planta. La producción inicial de biomasa antes del pastoreo resulta elevada, por ejemplo 3.5 a 4.5 t MS/ha de trigo y 3.5 a 5.0 de cebada (Mulholland *et al.*, 1976). A menudo, se encuentra una proporción significativa de malas hierbas en los rastrojos, las cuales pueden incluso crecer después de la cosecha, debido a las tormentas de verano. Mulholland *et al.* encontraron que estas malas hierbas proporcionaban un 80% de la dieta de ovinos pastando rastrojo de trigo, hasta que la masa se reducía a 40 kg MS/ha. Como máximo, sólo un 36% de los residuos de cereales resultaron consumidos por los ovinos, el resto se perdió por pisoteo y descomposición. En un estudio de rastrojo de trigo hecho en Marruecos por Outmani *et al.* (1991), se encontró una biomasa inicial parecida: 3.41 t MS/ha de tallos y hojas, 0.6 t MS/ha de malas hierbas verdes y 0.4 a 0.9 t MS/ha de grano.

En contraste, en la región del Mashreq (Siria, Irak, Jordania y Libano), se ve limitada la producción de cultivos, sobre todo de cebada, por escasez de lluvias. Se recolecta una proporción bastante importante de paja para alimentar los ovinos en invierno. Son muy pocas las cantidades de malas hierbas verdes encontradas en los rastrojos. Los rastrojos de cebada no regados contienen típicamente una biomasa antes del pastoreo de 1.0 a 1.2 t MS/ha con 40% de tallos, 56% de hojas y 4% de espigas y grano, con OMD en MS de 0.36, 0.54 y 0.86 respectivamente.

El programa de investigación que se realiza en ICARDA sobre el pastoreo de rastrojo de cebada está determinando las normas según las cuales se retiran las fracciones del rastrojo, espigas y granos, hojas y tallos, a cargas de ganado diferentes, con o sin suplementación. La ingestión de EM disminuyó desde 14MJ/día, más de dos veces que lo necesario para el mantenimiento en los primeros seis días de pastoreo, a 2 MJ/día, sobre 0.33 de mantenimiento entre los días 18 y 28.

Se necesita más investigación sobre pastoreo de rastrojos en la región, especialmente en rastrojos de trigo no regado.

Paja

ICARDA ha mantenido un programa de investigación sobre la utilización de paja porque representa un componente importante de las dietas en otoño e invierno. Inicialmente no se utilizan suplementos, pero al avanzar la gestación, se utilizan cantidades importantes de grano de cebada, salvado de trigo, torta de semillas de

algodón, etc. En años secos se puede continuar alimentando con paja a un nivel elevado hasta en la primavera.

Variación en calidad

Se ha utilizado la ingestión voluntaria como el indicador principal del valor nutritivo. Las lluvias en invierno y primavera, de febrero a abril, tienen una influencia fuerte sobre el crecimiento de la cebada y su composición al tiempo de la cosecha. Esto, por consiguiente, afecta a la ingestión voluntaria (Figura 3).

A lo largo de un número elevado de ensayos para medir la ingestión voluntaria, utilizando machos castrados con un peso de 50 kg aproximadamente, se han detectado diferencias importantes entre variedades (Cuadro 2). Se ha realizado mucho esfuerzo para encontrar métodos analíticos que se puedan utilizar en muestras pequeñas de paja, para medir su calidad en la etapa inicial de un programa de mejora genética. Esta calidad es imprescindible para determinar el interés de los agricultores para aceptar nuevas variedades. En la actualidad, la ingestión voluntaria sólo puede ser medida usando ensayos alimenticios, para los cuales se requiere un cultivo extenso para producir alrededor de 100 kg de paja. Presentamos en este trabajo los primeros resultados de la utilización del NIR para predecir la ingestión voluntaria, que indican el progreso alcanzado en este sentido. (Goodchild, Jaby El-Haramein and Treacher, 1993).

Tratamiento y Manipulación de paja

Tradicionalmente en el Asia occidental se trata la paja antes de darse a los ovinos. Cuando la cosechadora llegó a ser utilizada de forma generalizada, los agricultores desarrollaron molinos de martillos, provistos de una malla de 2 cm, para producir pajas toscamente molidas parecidas al "tibn", el producto tradicional de la trilla. Esta molienda aumenta la densidad de la paja para su transporte en sacos y su conservación. El uso de las empacadoras en la región es aún poco frecuente.

La molienda tosca reduce la selección y el desperdicio de alimentos. También modifica la ingestión, provocando una proporción mayor de digestión en el intestino delgado, lo que posiblemente aumente la ingestión. Una parte de la fibra que sale del rumen se fermenta en el intestino grueso. Como la ingestión de la proteína microbiana producida en el intestino grueso resulta más incompleta que la del rúmen, es posible que la molienda aumente las necesidades en proteína. Sin embargo no se sabe con precisión como se afecta la ingestión y la digestión, puesto que el "tibn" producido en un molino de martillos tiene un rango amplio de tamaños de partículas, con 142, 494, 177, 139, 37 y 10 g/kg para tamaños de partículas superiores a 2.0, 1.0, 0.5, 0.2, 0.1 y menores de 0.1 mm, respectivamente (ICARDA, 1992).

El tratamiento de paja con urea para aumentar su digestibilidad no se ha adoptado por los ganaderos sirios, aunque se hayan realizado algunos ensayos y pruebas de campo. Su adopción se ve limitada debido a la escasez de urea: hasta hace poco era insuficiente

para satisfacer las necesidades como fertilizante. Por otra parte, el coste del polietileno para las bolsas es alto y el tratamiento de paja a gran escala necesita demasiada mano de obra, si no existen empacadoras.

Hemos realizado estudios para comparar el tratamiento con urea con la suplementación con la misma. Se han utilizado 24 machos castrados de raza Awassi, con un peso inicial de 43 - 54 kg, en un diseño factorial 3 x 2, para comparar el tratamiento con urea (T), la suplementación con urea (S) y el no tratamiento (C, control) de paja de cebada larga (L) y molida (M).

Se trataron las pajas con una aplicación de 0.4 l de urea en una solución de 100 g urea/l por cada kg de paja (M.Hadjipanayiotou comunicación personal) y se metieron en bolsas de polietileno durante 3 meses. Las pajas, tratadas y no tratadas, contenían 84 g y 30 g de proteína bruta/kg MS respectivamente; se suplementó la paja no tratada con 16 g de urea/kg materia fresca, para proporcionar una proteína bruta equivalente a la de la paja tratada. Se roció la paja con la suplementación de urea en forma de una solución de 500 g/l. Se ofrecieron todas las pajas a 1.2 veces más de la ingestión media de los tres días precedentes. Después de 11 días de adaptación se registraron la ingestión y la producción de heces durante 10 días.

La composición de las dietas consumidas realmente por los ovinos se muestra en el Cuadro 3. El contenido de proteína bruta (nitrógeno x 6.25) en los tratamientos S y T fue similar, siendo de 54 g/kg MS superior al del grupo sin suplementación. El tratamiento con urea disminuyó ligeramente el contenido de fibra neutro detergente (FND) y de fibra ácido detergente (FAD) de la paja larga. Como la molienda eliminó la selección, la concentración de PB resultó inferior y las fracciones de fibras resultaron superiores en las dietas consumidas. Las diferencias en el contenido de MO entre las dietas de ovinos que recibieron paja larga y paja molida se produjeron por la elevada contaminación con suelo en la paja larga.

La ingestión voluntaria de MS aumentó desde 717 a 1026 g/día por la suplementación con urea, y a 1030 g/día por el tratamiento con urea (EE de la media de C, S o T - 54). Las ingestiones respectivas de materia orgánica fueron 607, 854, y 951 g/día (EE - 49). La digestibilidad de la MO aumentó de 479 a 525 g/día con la suplementación y aún más, a 589 g/kg, por el tratamiento con urea (EE 11.7). Por lo tanto, los ovinos que recibieron paja tratada alcanzaron ingestiones de MO digestible más altas. Los aumentos en el peso vivo fueron parecidos a los de las ingestiones de MOD con diferencias insignificantes.

La ingestión voluntaria de MS aumentó desde 717 a 1026 g/día por la suplementación con urea, y a 1030 g/día por el tratamiento con urea (EE de la media de C, S o T - 54).

Cuadro 2. Composición de las dietas consumidas (g/kg MS).

Tratamiento	Materia orgánica	Proteína bruta	FND	FAD
Paja tratada				
Larga	902	85	596	345
Molida	934	79	796	492
Paja suplementada				
Larga	772	86	693	399
Molida	855	82	788	431
Paja no suplementada				
Larga	765	31	696	395
Molida	892	27	805	449

Las ingestiones respectivas de materia orgánica fueron 607, 854, y 951 g/día (EE - 49). La digestibilidad de la MO aumentó de 479 a 525 g/día con la suplementación y aún más, a 589 g/kg, por el tratamiento con urea (EE 11.7). Por lo tanto, los ovinos que recibieron paja tratada alcanzaron ingestiones de MO digestible más altas. Los aumentos en el peso vivo fueron parecidos a los de las ingestiones de MOD con diferencias insignificantes.

Cuadro 3. Ingestión por día, digestibilidad y nitrógeno fecal.

	Ingestión g MS	MOD g/kg	Ingestión g MOD	N fecal g/kg MOI
Paja tratada con urea				
Larga	1102	586	587	6,5
Molida	957	592	533	6,6
Paja suplementada con urea				
Larga	972	517	396	6,4
Molida	1081	533	503	6,2
Paja no suplementada				
Larga	721	480	273	6,4
Molida	713	478	307	6,2
EE	76	16,6	49	0,30
Significación@	**	***	***	ns

@ Significación de las diferencias entre medias de paja tratada, suplementada y no suplementada. Las diferencias entre la paja molida y la paja larga no fueron significativas.

En este ensayo, el tratamiento con urea aumentó la ingestión de materia orgánica digestible desde 290 g/día a 560 g/día (+93%). La suplementación con urea, que necesitó sólo un 40% de la cantidad de urea necesaria para tratar la paja (16 v 40 g/kg), aumentó la ingestión de MOD hasta 448 g/día (+54%). Es probable que una respuesta similar se hubiera obtenido utilizando menos de la mitad de esta cantidad de urea. Como la urea es un recurso escaso en muchos países en desarrollo y el contenido en proteína bruta de la paja generalmente limita el consumo más que la digestibilidad de la MO, podría ser mejor alimentar con una suplementación de urea a un número superior de ovinos que a un número inferior con paja tratada.

OTROS RESIDUOS

Ha habido una importante expansión en la producción de cultivos regados, lo que ha aumentado los residuos disponibles para alimentar ovinos en verano y otoño. Estos cultivos regados incluyen algodón, maíz, patatas, remolacha azucarera y verduras. Generalmente, los residuos se utilizan directamente en el campo por rebaños en pastoreo. Los residuos de verduras sólo se aprovechan en campos pequeños pastados durante uno o dos días, o se pueden ofrecer recolectados como suplemento a rebaños que pastan rastros de cereales. A menudo, los ganaderos recolectan estos residuos de cultivos gratuitamente para aprovecharlos.

Hay limitada información sobre el valor nutritivo de los residuos pastados en el campo de muchos de estos cultivos, en Asia occidental. Como los ganaderos actualmente tienen que pagar los residuos, sea directamente o la mano de obra para su cosecha, resulta importante conocer su valor nutritivo y el nivel de ingestión probable.

Los residuos de algodón son valiosos ya que están disponibles en octubre y noviembre, después de la cosecha de algodón realizada a mano. Según los ganaderos, el pastoreo de algodón mejora la condición corporal de sus rebaños e incluso, en años secos, las ovejas delgadas, que previamente no habían llegado a cubrición, entran en celo. Aunque existen muchas referencias al valor nutritivo de los residuos de algodón, como las semillas, cascarilla (hulls), borra y desperdicios procedentes de las desmotadoras, no se ha estudiado el valor de las hojas y ramitas, pastadas después de la cosecha.

Un pequeño ensayo realizado en ICARDA estimó la cantidad de alimento disponible en un cultivo típico, su ingestión y digestibilidad, utilizando 4 machos castrados a los cuales se dieron hojas y ramitas quitadas de las plantas. La ingestión media fue de 1.47 kg MS/día (32 g/kg peso vivo), y la materia orgánica digestible en la MS fue de 0.52, resultando un valor estimado de 8.3 MJ de EM. Se contabilizaron 58 g de materia fresca/planta (18 g MS/planta) a 83,000 plantas por ha, produciendo 1495 kg MS/ha, lo que, suponiendo una ingestión parecida a la citada, suministrarían unas 1000

raciones.ovinos/ha. Este valor es similar a las estimaciones del número de días de pastoreo en campos de algodón obtenidas en una encuesta en 1991/92, en el noroeste de Siria (M.Leybourne, comunicación personal).

CONCLUSIONES

La producción de pequeños rumiantes en las zonas áridas del Asia occidental y África del Norte depende mucho de los residuos de cultivos y de cereales de las áreas agrícolas y, en años secos, de cereales importados. Así, aunque actualmente sea una operación económica, el sostenimiento de este sistema puede ser problemático y requerir grandes inversiones, no sólo de alimentos comprados, sino de gas-oil para el transporte de alimentos, agua y animales. Los sistemas, por lo tanto, resultan vulnerables a los aumentos de precio, sobre todo durante la sequía, especialmente si se prolonga durante unos años, y a cualquier cambio en la política del gobierno en la venta, la subvención o la importación de cereales. Por ejemplo, en Siria, en los años 1988 a 1991, la relación entre los precios de la carne de ovino y de la cebada disminuyó de 17.0:1 a 8.6:1, debido a los incrementos en el precio de la cebada, consecutivos a dos años de sequía. Se cree que este cambio ha provocado una disminución en el número de ovejas, pero todavía no existen estadísticas que lo confirmen. El incremento en el precio de la cebada ha reducido su utilización y aumentado la de los residuos de cultivos regados y de subproductos como pulpa de remolacha azucarera, salvado de trigo y pan desechado.

Owen y Jayasuriya (1989) comentaron los factores, que limitan el nivel de utilización de los residuos de cultivos. Como el tiempo de disponibilidad, los costes y la dificultad del transporte y de la conservación. Estos factores son menos pertinentes en Asia occidental, debido a la existencia de un elevado número de ganaderos seminómadas que están dispuestos a desplazarse para obtener alimentos de bajo precio. Son pertinentes, sin embargo, para los subproductos industriales y los desperdicios porque no están disponibles sino durante periodos limitados y se venden en formas que hacen difícil el transporte y la conservación. Por ejemplo, la pulpa de remolacha se vende húmeda y los ganaderos tienen que secarla en el suelo, bajo el sol, antes de su almacenamiento para alimentar los ovinos durante el invierno.

Se necesitan más ensayos para medir el valor nutritivo de muchos de los residuos de cultivos y determinar los niveles de ingestión y producción de ovinos en pastoreo. Actualmente, los ganaderos no suelen dar suplementos si disponen de cantidades adecuadas de residuos. Es posible que la suplementación, especialmente con proteína o nitrógeno no proteico, afecte tanto a la ingestión como a la utilización y, con ello, a la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boutonnet, J. P.** 1989. La speculation Ovine en Algérie. INRA Série Notes et Documents No 90.
- Goodchild, A., Jaby El Haramein, F. and Treacher, T.** 1993. Uso de la técnica NIRS para la predicción de la ingestión de variedades de paja de cebada. (Memorias de esta conferencia).
- ICARDA,** 1992. Pasture, Forage and Livestock Program Annual Report 1990/1991. pp 153-155
- Jaubert, R. and Oglah, M.** 1987. Supplementary feeding of Awassi ewes in the barley zone of north-west Syria. Proceedings of the International Conference on Animal Production in Arid Zones, Damascus, Syria, pp 736 - 747.
- MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food)** 1984. Energy allowances and feeding systems for ruminants. Reference Book 433 2nd Ed. HMSO London.
- Mulholland, J. G., Coombe, J. B., Freer, M. and McManus, W. R.** 1976. An evaluation of cereal stubbles for sheep production. Australian Journal of Agricultural Research 27: 881-93
- Orsini, J. P. G. and Arnold, G. W.** 1986. Predicting the liveweight Changes of sheep grazing wheat stubbles in a Mediterranean environment. Agricultural Systems 20: 83-103.
- Outmani, A., Luginbuhl, J-M., Guessous, F. and Johnson, W. L.** 1991. Utilisation of wheat stubble pastures by gestating ewes. Small Ruminant Research 4: 257-267.
- Thomson, E.F.** 1987. Feeding systems and sheep husbandry in the barley belt of Syria. ICARDA 106-EN. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Thomson, E.F., Bahhady, F.A. and Martin, A.** 1989. Sheep husbandry at the cultivated margin of the north-west Syrian steppe. ICARDA 148-EN. ICARDA, Aleppo, Syria.

Ponencia VII
FUENTES ALTERNATIVAS DE PASTOREO
Y SUPLEMENTACION EN ÉPOCAS CRITICAS
DE LOS SISTEMAS EXTENSIVOS DE OVINO
Y SUS EFECTOS SOBRE LOS ESTADOS
FISIOLOGICOS DE LOS ANIMALES

A. VILLAR ALGABA(*)
F. LOPEZ GALLEGO (*)

**FUENTES ALTERNATIVAS DE PASTOREO Y SUPLEMENTACIÓN EN
ÉPOCAS CRÍTICAS DE LOS SISTEMAS EXTENSIVOS DE OVINO Y SUS
EFECTOS SOBRE LOS ESTADOS FISIOLÓGICOS DE LOS ANIMALES.**

VILLAR ALGABA, A. y LOPEZ GALLEGO, F.

Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Apto. 22. 06080 Badajoz. España.

RESUMEN

En ensayos factoriales, se trabaja sobre rebaños con diferentes niveles de intensificación de la población (parto anual y 3 partos/2 años). En estos diferentes planos de demandas nutritiva, se están evaluando las respuestas animales a la cobertura de los déficit alimentarios mediante suplementación con concentrados (cereales) y/o henos (veza-avena) frente a su cobertura con fuentes alternativas del pastoreo, que en nuestro caso es el aprovechamiento de praderas implantadas con ray-grass italiano tipo westerwold.

El modelo de evaluación de esta alternativa de pastoreo, cuantifica los incrementos de costes imputables a ella frente a la suplementación y por tanto cuantificando al unísono respuestas productivas. Para el manejo del modelo de aprovechamiento alternativo propuesto se pretende poner a punto, mediante la nota de estado corporal, un sistema fácil y aplicativo de realizar el seguimiento de las respuestas detectadas en el animal, para su inmediata intervención y definición de la estrategia a seguir de acuerdo con una situación concreta.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas extensivos de producción animal y en nuestro caso las ganaderías ovinas, deben fundamentarse en el aprovechamiento mediante pastoreo de los recursos alimentarios que pone a disposición el medio. En las áreas donde se ubican estos sistemas de producción, la disponibilidad de pasto es altamente estacional y variable, tanto cuantitativa como cualitativamente (López Gallego, 1.988). La variabilidad de las fuentes alimenticias responde a diferencias climatológicas, pero también deben ser incorporadas a estos modelos de producción animal otras fuentes alimenticias de pastoreo, en relación a sus ciclos vegetativos.

Los trabajos de investigación y experimentación desarrollados por el equipo de Sistemas de Producción Ovina del S.I.A. de Extremadura, están actualmente encaminados a realizar los ajustes en condiciones de pastoreo entre la oferta alimenticia de estas fuentes alternativas, sobre las variaciones y variabilidad del pasto natural, y las necesidades de los animales en función de la proyección de sus estados fisiológicos sobre el calendario de aprovechamientos.

La desigualdad productiva de pastos a lo largo del año, provoca un gran desequilibrio en la capacidad de sostenimiento de la carga ganadera que lleva a un estado

de penuria alimenticia de los animales por falta de desarrollo de los pastos en verano y otoño (Esteban Muñoz, 1.992).

MATERIAL Y MÉTODO

Se dispuso de cuatro lotes de ovejas merinas, dos de los cuales fueron a aprovechar de forma discontinua una pradera de ray-grass de 2 Ha., los dos restantes permanecieron en sus parcelas de pasto natural continuamente.

De cada par de lotes uno de ellos individual sigue el ritmo reproductivo de parto anual y el otro, el sistema más acelerado de tres partos cada dos años. El ensayo comenzó en el mes de noviembre del 1.992 prolongándose hasta finales de abril del año actual. Las ovejas se encontraban inicialmente en su tercer mes de gestación, aunque el aprovechamiento del ray-grass comenzó cuando estaban prácticamente finalizando la gestación.

La nomenclatura seguida en esta comunicación para cada uno de los tratamientos es la siguiente: (1) parto anual sin ray-grass,; (2) parto anual con ray-grass; (3) tres partos/dos años sin ray-grass, y (4) tres partos dos años con ray-grass.

Los lotes 1 y 2 estaban constituidos por 18 ovejas, siendo más numerosos los de tres partos cada dos años, que eran de 25 animales.

El aprovechamiento del ray-grass fue alternativo por cuestiones de manejo, tanto de los animales, como del propio pasto, y para controlar el aporte de concentrados (cebada) necesarios por lotes individuales.

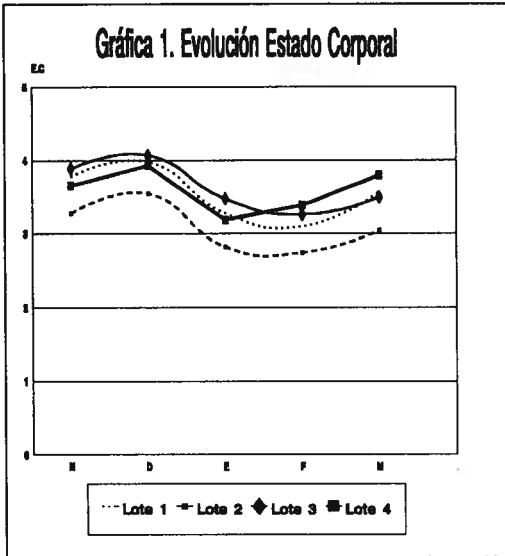
Se realizaron controles mensuales de evaluación de reservas corporales (Gibon, 1.986) para estimar su evolución a lo largo del ensayo y estudiar su respuesta.

En tres épocas (diciembre, marzo y abril) controlamos además la disponibilidad de los pastos en kg. de M.S./Ha. de cada una de las parcelas pertenecientes a cada lote por el método de los rangos descrito por Martín Bellido y col. en 1982.

Las características de la zona donde se ubica el ensayo, responden a lo que denominamos "dehesa extremeña" descritas por varios autores entre ellos Granda (1982).

Se trataba de estimar el ahorro de suplementación, así como el aumento de disponibilidad de pasto en las parcelas de los lotes que iban a pastar ray-grass, lo cual supondría una mayor disponibilidad en épocas primaverales y estivales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Estudiada la evolución de las reservas corporales durante el período del ensayo (noviembre-mayo) (Gráfica 1) se aprecia una gran respuesta en los lotes 3 y 4, en los que el nivel de reservorios grasos es mayor, en los animales que pastorean ray-grass, a pesar de partir con niveles más bajos. No ha ocurrido lo mismo en los lotes 1 y 2 que siempre han permanecido con la diferencia inicial de 0,5 puntos aproximadamente, pudiendo ser debido a la mayor disponibilidad de pasto de estos lotes (852 kg

M.S./Ha.) en la época quizás más crítica.

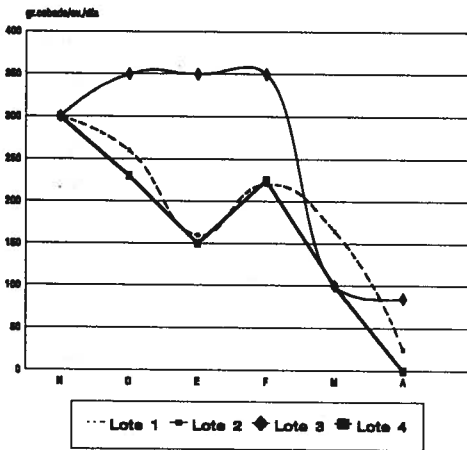
En cuanto a los niveles de suplementación (Gráfica 2), se observa que también hay una respuesta clara en los animales de ritmo acelerado consumiendo menos a partir del primer mes. Igual que para la variable anterior, no hay diferencia en lotes 1 y 2, pero, como vemos en este caso nos, movemos en niveles bajos (175-200 gr. cebada/oveja/día) considerando que los efectivos se encontraban en periodo de final de gestación y lactación.

Para la tercera variable (disponibilidad de pasto) si existe para todos los casos y en todos los controles realizados una diferencia clara y lógica (Gráfica 3). Diferencia que sin duda repercutirá en las necesidades de suplementación en épocas posteriores (verano).

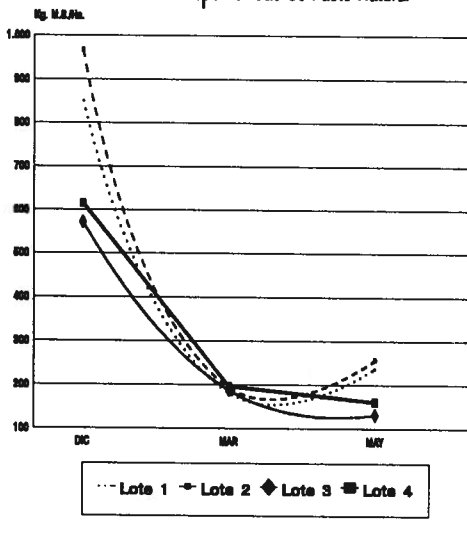
La producción de ray-grass en este período crítico (otoño-invierno) estimada en función del número de cabezas y días que lo han aprovechado es de 2.270 raciones/Ha.

Hay que resaltar que los cultivos, igual que ocurre en la producción de pasto, en estas zonas de secano, tienen unas producciones muy variables entre años, pudiendo ser prácticamente nulas. Los valores expuestos aquí, corresponderían a producciones medias. También es cierto que se trata de una especie resistente al frío.

**Gráfica 2. Suplementación Concentrado
Medias mensuales**



Gráfica 3. Disponibilidad de Pasto Natural



Si consideramos las tablas calculadas por Susmel y col. (1.987), las necesidades para una oveja lactante son de 1,5 UF, lo que nos daría una producción en nuestro caso de 3.405 UF, debido a que el aprovechamiento de este cultivo fue prácticamente por ovejas lactantes. El costo en la actualidad para la implantación de una pradera de ray-grass es de aproximadamente 45.000 ptas/Ha, por lo que el coste de la UF sería de 13,2 ptas, dato que nos parece muy interesante si lo comparamos con otros productos (henos, pelet, etc.).

Para Molina Pérez, (1.987), la producción de UF/Ha. de este cultivo es 10,1 veces la de un pasto sin fertilizar y 5,49 la de un pasto fertilizado.

Los valores obtenidos de proteína bruta en la analítica de esta gramínea, son aceptables (12,5 %). Con un gran contenido en glúcidos solubles que la hacen muy apetecible para el ganado.

CONCLUSIONES

En la zona estudiada, la utilización del cultivo de ray-grass puede ser una buena estrategia para la alimentación del

ganado ovino en años aceptables desde el punto de vista pluviométrico, ya que al ser una especie resistente al frío, produce un buen forraje cuando en la dehesa no hay otra especie con una producción tan elevada.

El costo de la Unidad Forrajera obtenida en este caso es bajo.

Posibilidad de reservar más tiempo los pastos naturales de la dehesa y ser

utilizados más tarde en época estival.

BIBLIOGRAFÍA

- Esteban Muñoz C., 1.992. Estudio de la producción de ovino en el ámbito de la dehesa. Jornadas técnicas sobre obtención de productos ganaderos naturales en el ecosistema de la dehesa. Zafra, Badajoz.
- Gibon A. Dedieu B. et Thieriez M., 1.983. Les réserves corporelles des brebis. Stockage, mobilisation et role dans les élevages de milieu difficile. 10^{ème}. Journées de la Recherche Ovine et Caprine. INRA-ITOVIC.
- Granda Losada M., 1.982. Mejora de la Dehesa Extremeña. Ed. Caja de Ahorros de Cáceres. Cáceres.
- Martín Bellido y col. 1.982. El método de los rangos para la evaluación de la disponibilidad de materia seca en los pastos naturales y mejorados. Anales INIA Serie Agrícola nº 17.
- Molina Pérez M.R. y Cabeza de Vaca F., 1.987. El ray-grass italiano de secano en la dehesa extremeña. II reunión ibérica de pastos y forrajes. Badajoz (España) Elvas (Portugal).
- López Gallego F., 1.988. Factors affecting extensive sheep production systems. 6th World Conference on Animal Production.
- Olea L. y col. 1.988. Necesidades de pastos (cantidad y calidad) para el ganado ovino en sistemas extensivos y condiciones semiáridas -Mediterráneas. IX Reunión Científica de primavera de la S.P.P.F. Monfortinho Portugal.

Ponencia VIII
COMPLEMENTACION MINERAL
EN GANADERIA EXTENSIVA

MARIA JESUS FRAGA (*)

(*) Departamento Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos, Madrid.

COMPLEMENTACIÓN MINERAL EN GANADERÍA EXTENSIVA

María Jesús Fraga

Departamento Producción Animal. E.T.S.I Agrónomos, Madrid

1.- INTRODUCCIÓN

La complementación mineral es necesaria para corregir las posibles deficiencias y desequilibrios de las dietas de los animales. Antes de este siglo sólo se corregía (y no siempre) el aporte de sal (ClNa), y aún más esporádicamente, el de Fe y I. En ganadería intensiva, la formulación de raciones completas a mínimo coste, sólo progresó cuando el corrector liberó a las materias primas convencionales de la necesidad de cubrir totalmente los aportes minerales de las raciones. En la actualidad, otros factores, como la intensificación de los cultivos, la utilización de subproductos, y la notable mejora de los índices de conversión han subrayado la importancia de suplementar correctamente los minerales de la dieta.

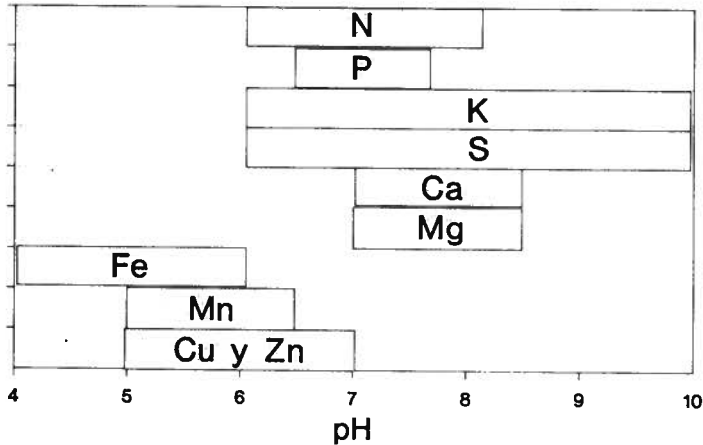
Bajo condiciones extensivas de pastoreo, el primer problema es identificar las áreas con carencias. Una vez conocidas, se plantea el modo más eficaz de suministrar al animal los suplementos minerales adecuados. Esta complementación debe mejorar la baja productividad de los animales criados en dichas condiciones. Así, la Tabla 1 ilustra la notable mejora productiva que se puede obtener con un complemento mineral de bajo coste.

Tabla 1. Velocidad de crecimiento (g/d) de pequeños rumiantes en dos localidades de Java, cuando se les suministra minerales o minerales + urea
(adaptado de Johnson et al., 1986).

Tratamiento	Pre-destete (<90 d)	Post-destete (90-365 d)
Control	71 ^b	40 ^b
NaCl	92 ^{bc}	62 ^{bc}
NaCl + CaPO ₄	110 ^{cd}	58 ^{bc}
Compl. mix	124 ^d	75 ^c
Compl. mix + urea	102 ^{cd}	63 ^c

Figura 1.-Rango de pH óptimo para la absorción de los distintos minerales por las plantas

pH OPTIMO PARA LA ABSORCION DE LOS MINERALES POR LAS PLANTAS



2.- CONTENIDO EN MINERALES DEL SUELO

En España se detectan grandes variaciones en las concentraciones de elementos minerales en el suelo, si se compara una región con otra e incluso un campo con otro. Sin embargo, la composición de los suelos en elementos minerales no tiene un significado determinante, ya que las rocas madres y los procesos de alteración han conducido a los suelos agrícolas actuales de forma muy diferente. No obstante los mapas geológicos que se han realizado en algunos países han facilitado la identificación de zonas problemáticas.

La textura y el contenido en materia orgánica de los suelos son tanto o más importantes. Los suelos de textura fina (arcilla y limo) provienen de materiales de fácil descomposición que son las principales fuentes de minerales. Los suelos de textura gruesa (arena) proceden más bien de materiales más resistentes y, en general, pobres en microelementos.

Como media, la cantidad de microelementos de un suelo aumenta con su contenido en materia orgánica hasta que ésta alcanza el 5-7% y disminuye por encima de este nivel. Pero la materia orgánica del suelo afecta también a la asimilabilidad de los minerales por las plantas, ya que tiene la propiedad de formar complejos estables con determinados cationes.

Así, es más importante conocer la cantidad de minerales asimilable por las plantas, que no sólo depende del contenido en materia orgánica, sino también del pH (Figura 1), drenaje, textura, actividad microbiana, clima, régimen hídrico, estación y de las

condiciones de oxirreducción, sin olvidar las interacciones entre elementos.

La absorción de Co y Mn se favorece en condiciones ácidas (ver Tabla 2) como también la de Fe, Zn y Cu. La disponibilidad del P disminuye notablemente en suelos ácidos, por lo que la fertilización con P en dichas condiciones tiene un interés moderado por la baja extracción que de él hacen las plantas. La absorción de Mo es particularmente sensible a las características del suelo. Las molibdenosis (intoxicaciones por exceso de molibdeno) son más frecuentes en suelos calcáreos y alcalinos y menos en suelos con reacción ácida o al menos neutra.

Tabla 2. Efecto del pH del suelo sobre el contenido en el trébol de diferentes minerales (Mitchell, 1957)

pH	5,4	6,4
Elemento	Trébol rojo	Trébol rojo
Mo	0,28	1,53
Co	0,22	0,12
Mn	58	40

Sin embargo, la extracción de Mn y Co por las plantas se incrementa en suelos pesados, es decir los suelos mal drenados tienden a producir forrajes con mayores concentraciones de Co y Mn.

En definitiva, la concentración de un mineral en el suelo es una guía incierta para estimar su concentración en la hierba. Datos como los obtenidos en Brasil por Conrad et al. (1980) revelan que las relaciones entre el contenido en minerales de los suelos y forrajes son bajas, con uno coeficiente de correlación de 0.12, -0.12 y 0.30 para Fe, Mn y Zn, respectivamente. Una relación más interesante se obtiene con la utilización de diferentes extractantes de suelo, tales como CIH 0.1N o acético al 2.5%, que permiten estimar las cantidades de minerales asimilables por las plantas. Por ejemplo, Mitchell (1957) demostró que la deficiencia en Co puede predecirse satisfactoriamente en función de la concentración de Co soluble en acético del suelo. La concentración crítica es 0.25-0.30 ppm.

3.- CONTENIDO EN MINERALES DE LOS FORRAJES

La principal razón de la existencia de deficiencias minerales en pastoreo reside en que las necesidades de las plantas, por lo que se refiere a los minerales asumidos como

esenciales para los animales, son diferentes de las de los propios animales. En primer lugar, I, Se y Co no son, aparentemente, esenciales para las plantas, por lo que el crecimiento de estas últimas es independiente de las concentraciones de dichos minerales en el suelo (a no ser que estas concentraciones lleguen al umbral de toxicidad). Como consecuencia de ello, son muy escasos los datos acerca del contenido de tales minerales en los forrajes. Las necesidades de Na de las plantas son también menores que las de los animales. La posición del K es diferente: los aportes de los vegetales aún creciendo en suelos con carencias, suelen ser suficientes para cubrir las necesidades de los animales. El P ocupa una posición intermedia, ya que las necesidades de animales y plantas son relativamente parecidas.

El P y K de los forrajes declina marcadamente al aumentar su madurez. Lo mismo sucede con el Mg, Zn, Cu, Mn, Co, Ni, Mo y Fe, pero casi nunca la disminución es muy marcada. Sin embargo, en el caso del Mg, la mayor incidencia de tetania (provocada por una hipomagnesemia) se da al comienzo del crecimiento de las plantas, momento en que concurren muchos otros factores predisponentes (clima, altos contenidos de K y nitrógeno soluble en el pasto). La formación de la semilla es responsable de las pérdidas de minerales del resto de la planta, aunque el Ca es una excepción ya que su concentración es más alta en la paja que en el grano. Por otro lado, la paja que queda en el campo está sujeta a pérdidas por lavado, sobre todo de P y de K. En aquellas situaciones en que el consumo de minerales por los animales depende casi exclusivamente del aporte de pastos y residuos de cosechas, las variaciones estacionales pueden ser decisivas para determinar una carencia.

El contenido mineral de los forrajes depende de la especie vegetal. Así, los resultados de un trabajo realizado con 58 gramíneas cultivadas en el mismo suelo (Dougall y Bogdan, 1958) muestran amplias variaciones en el contenido en cenizas (4,0-12,2%), Ca (0,09-0,55%) y P (0,05-0,37%). Pero la diferencia más notable se da entre gramíneas y leguminosas, siendo estas últimas más ricas en varios minerales, en especial Ca y Mg y menos en K que las gramíneas. Sin embargo, en el caso de la tetania, las leguminosas (más ricas en Mg) no son suficientemente precoces para ser pastadas en la estación desfavorable (principios de primavera). Sería interesante, conseguir líneas precoces de tréboles capaces de iniciar su crecimiento a bajas temperaturas.

El manejo, por ejemplo la presión de pastoreo, influye sobre la especie forrajera predominante y sobre la relación hoja/tallo. La fertilización nitrogenada favorece el crecimiento de las gramíneas e indirectamente reduce el contenido en minerales de las plantas. La sobrefertilización con N y K aumenta la incidencia de tetania y reduce el contenido en Na.

Es evidente que la naturaleza, condiciones y fertilización del suelo influyen igualmente sobre la composición de los granos, pero éstos no siempre se consumen en

las propias explotaciones y, si se emplean en la fabricación de piensos compuestos se complementan con un corrector, por lo que su estudio requiere otros planteamientos.

4.- DEFICIENCIAS Y DIAGNOSTICO

Se escapa de los límites de esta ponencia cualquier intento de clasificar la composición mineral de los recursos forrajeros de las zonas ocupadas por la ganadería extensiva española. No obstante, se pueden deducir algunas generalizaciones de los resultados de los estudios realizados fundamentalmente con el fin de conocer las necesidades de P, K, elementos secundarios y microelementos de los pastos sobre los principales tipos de suelo. Uno de los minerales que con más frecuencia presenta deficiencias ligadas al suelo es el P, por ejemplo en los pastos áridos del suroeste de España (Ratera et al., 1975), en los de la montaña gallega (Mombiola y Mateo, 1982) y en las dehesas de Salamanca (García et al., 1981). De acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior el Se, Co y Na deben controlarse igualmente. En un segundo plano se sitúa el I (del que existen áreas de carencia delimitadas, al afectar a la especie humana), Cu (se estima que unas 450.000 ha de suelo español son deficitarias, situadas principalmente en las regiones centrales y suroeste, Shorrocks y Alloway, 1985), Zn y Mn (los tres últimos mediatizados por las condiciones de pH). La necesidad de suplementar Fe se limita a situaciones de parasitismo y la de S a las raciones donde una parte notable del complemento nitrogenado se aporte en forma no proteica.

Las encuestas sistemáticas realizadas en otros países sobre el contenido de los forrajes en minerales han permitido conocer mejor la situación, permitiendo afrontar los problemas de carencias y subcarencias animales. Por ejemplo, en Francia se ha determinado que las carencias en Zn, Cu, Co, Se son bastante corrientes y las de Mn menos importantes y más localizadas.

Las desventajas de los análisis forrajeros para evaluar la suficiencia mineral incluyen la dificultad de efectuar tomas de muestra representativas y de estimar el consumo de forraje y el grado de contaminación con el suelo. Aún así, son preferibles a los de suelos, mientras que los de tejidos y fluidos animales han mostrado ser más precisos para evaluar la contribución de la dieta total (forraje, suelo, agua) en satisfacer sus requerimientos minerales. Ya que los análisis minerales son complicados y costosos, en la Tabla 3 se han seleccionado los que tienen un mayor valor predictivo. Igualmente, se muestran las necesidades mínimas para los rumiantes en pastoreo. En un principio, bastaría comparar estas necesidades con la composición del alimento, para tener una indicación de los posibles desequilibrios de la dieta. Cuando se combina la información proporcionada por los análisis de las plantas y de los tejidos y fluidos animales, estamos en condiciones de predecir una posible deficiencia, aunque el último criterio es la mejora en crecimiento o fertilidad (productividad en general) que ocurre como respuesta a la suplementación.

5.- METODOS INDIRECTOS DE SUPLEMENTACION MINERAL

Incluyen el uso de fertilizantes, inorgánicos y orgánicos, enmiendas para cambiar el pH del suelo y la promoción del crecimiento de determinadas especies vegetales.

La utilización de fertilizantes sólo interesa en determinadas condiciones económicas y climáticas. Si no se produce un incremento paralelo en la producción de materia seca (caso del P), su uso es prohibitivo económicamente y aún así, bajo condiciones muy extensivas, esta práctica resulta demasiado cara (transporte, aplicación, baja productividad).

Las enmiendas calizas favorecen las deficiencias de Co y Mn (y Cu) y acentúan la toxicidad de Se y Mo. Pueden tener efectos interesantes en determinadas ocasiones: mejoran la absorción de Mo, y disminuyen las absorciones excesivas y tóxicas de Cu y Mn.

Tabla 3.- Diagnóstico de las principales deficiencias minerales
(adaptado de McDowell et al., 1984)

	Necesidades		Tejido	Niveles críticos
	vacuno carne	ovino		
Fósforo (%)	0,18-0,36	0,18-0,37	Hueso Plasma	11,5% 4,5 mg/ml
Sodio (%)	0,06-0,10	0,08-0,10	Saliva Orina	100-200 mg/ml ^a
Cobalto (ppm)	0,07-0,1	0,1	Hígado Sangre (vit. B ₁₂)	0,05-0,07 ppm 0,2 ng/ml
Manganeso (ppm)	20	20-40	Hígado	6 ppm
Selenio (ppm)	0,2	0,1	Hígado Suero Pelo/lana	0,25 ppm 0,03 microg/ml 0,25 ppm
Zinc (ppm)	20-40	35-50	Suero	0,6-0,8 microg/ml
Cobre (ppm)	8-10	5,0	Hígado Suero	25 ppm 0,65 microg/ml
Iodo (ppm)	0,2-0,8	0,1-0,8	Leche Tiroides	25 microg/l 0,1% (seco)

^aMás seguro resulta estudiar la relación Na/K de la saliva.

6.- METODOS DIRECTOS

Denton (1967) estableció que la apetencia por la sal es inherente a todos los mamíferos, existiendo una atracción primitiva hacia ella. Pronto se determinó que esta apetencia estaba matizada por la concentración de Na en el agua de bebida. También se

demonstró que era objeto de una alta variabilidad individual. Trabajos ya antiguos realizados con ratas muestran que, después de ser sometidas a una carencia en Ca, estos animales poseen un apetito específico por dicho elemento.

Basándose también en estudios con ratas, Maller (1967) demostró que la domesticación ha determinado que las respuestas de los animales se centren sobre todo en cualidades sensoriales de los alimentos y menos en su valor nutritivo. Si ello fuera así, podría ser que otras especies (como ciervos y alces) tuvieran más éxito que los rumiantes domésticos en mantener un consumo de minerales apropiado. Este razonamiento sugiere que también pueden existir diferencias entre razas.

En esta misma línea, los trabajos de Welch et al. (1973) muestran la importancia de las fuentes de minerales: terneros con deficiencia en Ca se recuperan de la carencia cuando el Ca se aporta como fosfato bicálcico y no como carbonato. También en el caso del P existen grandes diferencias en cuanto a la palatabilidad de las distintas fuentes. En todo caso, la importancia de la fuente disminuye si el suplemento se aporta junto a sal común (Dew et al., 1954).

En definitiva, estos hechos justifican la suplementación de mezclas de minerales a libre disposición destinada a los animales que no consumen concentrados. Sin embargo, numerosos trabajos (Burghardi et al., 1982) muestran que los animales no son generalmente capaces de consumir la misma cantidad de un determinado mineral suministrado a libre consumo que cuando el suplemento mineral se aporta mezclado con el alimento,

Otra alternativa es la utilización de un alimentador de minerales "cafeteria-style", que ofrece al animal la posibilidad de elegir entre 10 o incluso más minerales. Pero este sistema tiene como fallo la baja apatibilidad de algunas de las sales empleadas.

6.1.- Libre disposición

En España se dispone de los siguientes tipos de compuestos:

- Polvo** (que permite una mayor concentración de otras sales distintas que el ClNa, si se compara con los bloques)
- Gránulos**. Que se sitúan en cajones cerca de los abrevaderos.
- Semolilla** (migajas). Generalmente tienen como base carbonatos y fosfatos de alta granulometría y suelen ir melazados para aumentar su palatabilidad.

Estos tipos de suplementos (generalmente el último) pueden llevar un compuesto antihumectante (casi siempre estearato cálcico) que determina que el agua de lluvia escurra, sin que arrastre los componentes solubles del suplemento. Normalmente, éste se coloca sobre una tela de saco (arpillera) que se extiende sobre el comedero (un bidón, por ejemplo). También se puede colocar el suplemento sobre una tela metálica y ésta a su vez sobre grava para que drene. Otra cuestión que resulta interesante con respecto al

antihumectante es que permite la incorporación de la mezcla mineral a los ensilados, generalmente cuando se está llenando el silo con el forraje. Por último, se pueden añadir al Unifeed en caso de distribución de ración completa.

Estos suplementos minerales generalmente contienen también vitaminas (A, D y E), en forma que garanticen la máxima utilización y estabilidad. También suelen incluir aromatizantes y edulcorantes, antioxidantes y, en algunos casos, hasta grasa protegida y aminoácidos.

Los ganaderos de extensivo suelen añadir los suplementos minerales cuando recogen a los animales y les suministran el concentrado (echándolos por encima de éste). Otras veces, se deja el corrector en comederos específicos para que los animales lo ingieran a libre disposición.

-Bloques. La consistencia idónea de los bloques no es fácil de definir. Se debe tratar de conseguir un grado de dureza que impida pérdidas excesivas por lluvia, humedad y otras condiciones ambientales, pero si es muy duro y el animal no permanece a su lado el tiempo suficiente, el consumo de minerales baja. En todo caso, se supone que el consumo es un 10% inferior al que se produce con otras formas de suministro. Otro inconveniente reside en la elevada concentración de ClNa (75%) que se requiere para favorecer la palatabilidad, dejando poco lugar a la inclusión de otras sales. El peso inicial de los bloques suele ser de unos 10 kg, y como en todos los casos, se recomienda colocarlos cerca de los puntos de agua. Normalmente se fabrican con un orificio para facilitar su ubicación. En el caso del ganado vacuno se comercializan varios tipos: para hembras reproductoras (poco especializado), específicos para prevenir la tetania, para animales jóvenes (generalmente contienen también un antibiótico promotor del crecimiento). También se comercializan para otras especies diferentes al vacuno: ovino (sin Cu y con mayor contenido en Zn) y para caballos (con alto contenido en Fe). También existen bloques que contienen otros aportes (por ejemplo N, hasta un 55% de proteína equivalente). Se suelen prever 1 bloque por cada 5 vacas o 10 terneros

Una característica común a todos estos métodos de suministro es el bajo y desigual consumo. Por ello, interesa el aporte de minerales junto con alimentos: en los llamados semiforrajés (que suelen llevar mezcla de pulpa de aceituna, de remolacha, etc.) se pueden añadir mezclas minerales adecuadas para cada caso concreto. Igualmente, en los subproductos que sufren algún procesado antes de ser puestos a la venta, puede ser interesante añadir un corrector mineral para tratar de equilibrar la dieta o simplemente como medio para aportar minerales a los animales. El caso más típico es el de las pulpas de remolacha (ricas en Ca y pobres en P, sobre todo si en el proceso de prensado se utiliza $(\text{SO}_4)_3 \text{Al}_2$, ya que el aluminio inmoviliza el P de la pulpa e incluso el P del resto de la ración. La dosis llega al 4% de fosfato de calcio. Durante el proceso de secado, además de la adición de melazas también se puede añadir magnesita calcinada (MgO)

hasta un nivel del 1,5%, con el fin de prevenir la tetania. El suministro de pulpa de remolacha (rica en hidratos de carbono digestibles) está muy indicado para las vacas lecheras a la salida al pasto, dada la composición de la hierba en ese momento (alto contenido en nitrógeno no proteico y agua y bajo contenido en hidratos de carbono).

6.2.- Agua, inyecciones y preparaciones ruminales

Tienen la ventaja de asegurar el consumo de cantidades conocidas pero, este tipo de métodos es insatisfactorio donde los costos de mano de obra son elevados y donde los animales tienen que recorrer largas distancias, requiriendo ser manejados frecuente y específicamente para el tratamiento. En el caso de minerales que se almacenan en el hígado de donde pueden movilizarse en periodos de deficiencia, el suministro de dosis elevadas y poco frecuentes puede ser interesante. Muchas veces se aprovecha el momento de tratar a los animales (por ejemplo, la administración de antihelmínticos). Lo opuesto sería el caso del Co, que necesita ser aportado de un modo constante (no pueden espaciarse las dosis más de 1-2 semanas).

Las inyecciones intramusculares de elementos traza son interesantes en los siguientes casos: Cu, Se, I y Zn. También lo es la vitamina B₁₂ en animales con carencia en Co.

Las preparaciones ruminales se basan en el principio de que las partículas pesadas ingeridas se retienen en el rumen. Se han probado con éxito las que contienen Co, Se y Zn. Sin embargo, las que emplean una aleación de Mg para prevenir la tetania, han mostrado una efectividad baja (probablemente porque las cantidades que se requieren de este macroelemento son elevadas). Las de Co se utilizan con éxito desde hace más de 30 años.

No obstante, tienen inconvenientes, como la posibilidad de ser regurgitadas (sobre todo en vacuno) y la de quedar paulatinamente cubiertas por una capa de fosfato clásico (insoluble). Este último problema puede solventarse por la inclusión de más de una píldora lo que impide, por abrasión, que se deposite la capa.

Otra forma propuesta más recientemente consiste en la utilización de píldoras solubles. Los elementos traza se liberan al solubilizarse el cristal que las forman. Se han diseñado productos que contienen Co, Se y Cu.

Estas prácticas están más aconsejadas en aquellas zonas que se caracterizan por una marcada deficiencia en un mineral concreto (por ej. Co o Se). Por otro lado, muchos elementos no pueden suministrarse de esa forma (sobre todo, los que con más frecuencia son limitantes): P y Na.

7.- CONSUMO DE MINERALES A LIBRE DISPOSICIÓN

El consumo medio diario de los suplementos minerales es muy variable. Algunos trabajos (por ejemplo, Coppock et al., 1972) muestran un consumo de 0 a más de 1000

g/d en vacas lecheras.

Entre los factores que determinan el consumo se encuentra el aporte de minerales vía pastos y agua de bebida. Otros factores son:

-Palatabilidad. El CINa debido a su palatabilidad es el soporte más común. Si la mezcla contiene 30-40% de sal o más, generalmente se consume en cantidades suficientes (además dichas concentraciones de sal evitan el enmohecimiento). En todo caso, se suelen añadir además de la sal, otras sustancias que aumentan la palatabilidad, como harina de algodón, melaza, levadura y grasa. La harina de maíz también es palatable, pero es más fácilmente fermentable que los citados anteriormente. Alguno de estos productos confieren otras características interesantes: eliminan polvo y humedad haciendo que el producto fluya con mayor facilidad. Los ingredientes que favorecen la palatabilidad deben incluirse con moderación, de otro modo, pueden provocar sobreconsumo.

-Manejo del suplemento. Los comederos con protección para la lluvia, ayudan a incrementar el consumo al evitar el endurecimiento, el enmohecimiento y las pérdidas de minerales solubles. También mejoran el consumo los comederos a prueba de viento, que previenen las pérdidas de polvo.

Los comederos deben situarse en zonas elevadas, secas y accesibles para los camiones de transporte en cualquier época del año. Deben llenarse con frecuencia, impidiendo que queden vacíos demasiados días. Deben situarse espaciados, siendo su número función de la carga ganadera (se sugiere un comedero por cada 50 cabezas). El consumo disminuye si la distancia a recorrer es muy grande.

Cuando se trata de suplementar a los animales por primera vez y se ignora el consumo, se asume que el vacuno ingiere del orden de 50 g/d y el ovino de 15 g/d, y después se ajusta a las condiciones específicas. Por otro lado, es virtualmente imposible medir con seguridad el consumo de pasto. Sin embargo, es esencial tener una estimación: se supone un consumo de 2% del peso vivo, aunque puede ser mucho menor si el pasto es de baja calidad.

También es muy difícil determinar con exactitud el porcentaje de las necesidades que debe ser aportado por la mezcla mineral; generalmente se asume un aporte del 25-50% de las necesidades para los elementos traza, excepto si se sabe positivamente que hay una deficiencia marcada, en cuyo caso se aporta el 100%. Si el consumo resulta menor del previsto, deben incrementarse las diferentes proporciones o bien aumentar la proporción del factor palatable en la mezcla. En ocasiones, las mezclas se venden con una especificación para mezclar a su vez con una determinada proporción de CLNa.

8.- FABRICACION DE MEZCLAS

Los elementos minerales existen como sulfatos, carbonatos, cloruros, óxidos y otros. La elección de una u otra fuente depende de su coste, pero se debe tener

igualmente en cuenta las siguientes características:

- contenido y disponibilidad del mineral
- compatibilidad con otros aportes
- toxicidad
- palatabilidad
- solubilidad
- higroscopicidad
- tamaño relativo de partícula
- densidad
- estabilidad química
- humedad
- impurezas

El suministro de minerales por encima de las necesidades de los animales es antieconómico, no confiere beneficios adicionales y puede ser perjudicial. Las mezclas minerales que se comercializan contienen con frecuencia minerales que, aún siendo esenciales, están presentes en los alimentos que consumen los animales de una explotación situada en un área determinada. Tales mezclas están diseñadas para cubrir un margen de ambientes y regímenes alimenticios demasiado amplio.

En conclusión, es mejor formular mezclas sobre la base de los análisis pertinentes. Pero si no se conoce a fondo la situación mineral para un área concreta, la mezcla puede hacerse según las recomendaciones generales de la Tabla 4.

Tabla 4.- Recomendaciones generales para la fabricación de mezclas no específicas (a complementar con CLNa) (adaptado de McDowell, 1992)

*Contenido en P: 6-8% del total 8-10% " " con forrajes < 0,2% P
*Relación Ca/P: no mucho más alta de 2/1
*Co, Cu, I, Mn y Zn: suministro del 50% de las necesidades
*Fuente: alta disponibilidad y sin elementos tóxicos
*Palatabilidad: suficiente
*Contenido: garantizado por la etiqueta
*Tamaño de partículas: mezcla uniforme
*Formulación: para una especie y un nivel de producción

9.- BIBLIOGRAFIA

- Burghardi, S.R., Goodrich, R.D., Meiske, J.C., Thonney, M.L., Theuninck, D.H., Kahlon, T.S., Pamp, D.E. y Krajem, K. 1982. Free choice consumption of minerals by lambs fed calcium adequate or calcium-deficient diets. *J. Anim. Sci.*, 54:410.
- Conrad, J.H., Sousa, J.C., Mendes, M.O., Blue, W.G. y McDowell, L.R. 1980. Iron, manganese, sodium and zinc interrelationships in a tropical soil, plant and animal system. IV World Conference in Animal Production, Buenos Aires, pp. 48-53.
- Coppock, C.E., Everett, R.W. y Merrill, W.G. 1972. Effect of ration on free choice consumption of calcium-phosphorus supplements by dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 55:245.
- Denton, D.A. 1967. Salt appetite. En "Handbook of Physiology", vol I: Control of food and water intake. American Physiol. Soc., Washington, DC.
- Dew, M.I., Stoddard, G.E. y Bateman, G.Q. 1954. Phosphorus supplements made more palatable with salt. *Utah Farm Home Sci.*, 15:36.
- Dougall, H.W. y Bogdan, A.V. 1958. The chemical composition of the grasses of Kenya. *East African Agric. J.*, 24:17.
- García, A., Moreno, A. y García, B. 1981. Variación estacional de la composición mineral en pastizales de dehesa. *Pastos*, 11:217.
- Johnson, W.L., van Eys, J.E. y Fitzhugh, H.A. 1986. Sheep and goats in tropical and subtropical agricultural systems. *J. Anim. Sci.*, 63:1587.
- Maller, O. 1967. Specific appetite. En "The chemical senses and nutrition". Ed. M.R. Kare y O. Maller. Johns Hopkins Press, Baltimore, MD.
- McDowell, L.R. 1992. Proper mineral supplementation of livestock diets essential. *Feedstuffs*, Nov(2):13.
- McDowell, L.R. 1992. Selection, evaluation of mineral supplements a necessity. *Feedstuffs*, Dic(7):13.
- McDowell, L.R., Conrad, J.H., Ellis, G.L. y Loosli, J.K. 1984. En "Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales". Boletín Universidad de Florida, Gainesville.
- Mitchell, R.L. 1957. The trace element content of plants. *Research, UK 10*, 10:357
- Mombiola, F.A. y Mateo, M.E. 1982. Respuesta a seis dosis de P y de cal en el establecimiento de praderas permanentes en dos tipos de suelos gallegos a monte. *Pastos*, 12:187.
- Ratera, C., Muslera, E., Ruiz, J.A. y Ambel, E. 1975. Potencial y necesidades nutritivas de las praderas en varios suelos del suroeste español. *Pastos*, 5:138.
- Shorrocks, V.M. y Alloway, B.J. 1985. Copper in plant, animal and human nutrition. Copper Development Association. Londres.
- Welch, J.G., Reese, W.H. y Smith, A.M. 1973. Calcium supplement consumption during calcium deficiency. *J. Dairy Sci.*, 56:1385.

Coloquio
COMPLEMENTACION EN EXTENSIVO

COMPLEMENTACIÓN EN EXTENSIVO.

Uso de restos de pan en rebaños de ovino en Siria.

Dicho uso, comentado en la ponencia, llama la atención. En la estepa el rebaño medio es de unos 200 animales, con amplias variaciones. Una fertilidad del 80% se considera buena, siendo a menudo mucho más baja. Las causas son las enfermedades y la escasez de nutrición en algunas épocas. Para corregir esta escasez y dado que anteriormente el precio del pan era bajo por estar subvencionado y existían excedentes, estos restos de pan duro, molidos por los tenderos, eran utilizados para paliar en parte este déficit. Actualmente su precio ha subido y su uso es mucho menos importante.

Interés de las mezclas minerales ("semáforos") para identificar deficiencias.

Son muy limitados los elementos por los que los animales manifiestan apetito específico (calcio, sodio, quizás el molibdeno...). El animal no los va a consumir porque tenga déficit, son más importantes la cualidades sensoriales, en lo que influye normalmente la fuente mineral utilizada. Para suministrarlos se aprovecha la sal o la melaza, para hacer apetitoso el conjunto, pero carece de interés práctico al darlos separados con la intención de que el animal reconozca aquel del que carece.

Hipomagnesemia en praderas fuertemente abonadas con nitrógeno.

En Asturias se aprecian incidencias de este tipo, a pesar de utiliza libre disposición, el CMV con mayor contenido Mg presente en el mercado. Se plantea la posibilidad de utilizar bolas localizadas en el rumen, pero se señala que las mismas solo son indicadas cuando se trata de déficit de microminerales, como el cobalto.

La multiplicidad de factores asociados a la tetania de la hierba (clima, lluvia, alta productividad, cambio de alimentación, déficit de Mg en las plantas, abonado nitrogenado, que fija el Mg presente haciéndolo menos disponible para la planta y el animal...) hacen aconsejable solucionar el tema por varias vías: suministrar más hidrato de carbono para compensar el exceso de nitrógeno soluble, favorecer las condiciones de ph del rumen para que se absorba más Mg, tratar de suministrar más Mg cuando los animales vuelvan por la noche a través de una alimentación complementaria, por ejemplo asociando a pulpas,...

Aporte de minerales en bloques vs. en polvo.

Se aprecian consumos más reducidos en bloques, lo que se asocia a la mayor dureza de estos, junto a la normalmente menor disponibilidad por el animal. En aportes proporcionales al número de animales la diferencia puede ser del 10%.

La presentación del corrector en forma de migajas, o como semolilla, su melazado, o la adecuación del propio comedero, evitan las pérdidas asociadas con su aporte en forma de polvo. Por otra parte, actualmente la mayor parte contienen antihumectantes, lo

COLOQUIO: COMPLEMENTACIÓN EN EXTENSIVO.

que evita las pérdidas por lavado, e incluso facilita su incorporación al ensilado, evitando las pérdidas por ácidos en bloques, lo que se asocia a la mayor dureza de estos, junto a la normalmente menor disponibilidad por el animal. En aportes proporcionales al número de animales la diferencia puede ser del 10%.

La presentación del corrector en forma de migajas, o como semolilla, su melazado, o la adecuación del propio comedero, evitan las pérdidas asociadas con su aporte en forma de polvo. Por otra parte, actualmente la mayor parte contienen antihumectantes, en el medio. No obstante, se comenta que esta capacidad de filtro no es total y que, por otra parte, existen plantas con mayor capacidad de acumulación de determinados elementos, que pueden llegar a resultar tóxicos para los animales, de la misma forma que estos pueden acumular productos tóxicos que llegan así a la alimentación del hombre.

Presencia de antibióticos en los correctores minerovitamínicos.

Se discute la utilidad de la referida presencia, tanto en términos de su acción positiva, como de la capacidad del animal en extensivo de aprovecharla, si la hubiere.

Se señala que a este tipo de animales muchas veces no hay otro medio de facilitarles este tipo de aditivos, que actúan como promotores de crecimiento. Son productos como el Abotane, que se vienen utilizando con éxito en la ganadería de vacuno de leche y que quizás se rentabilicen más en el vacuno extensivo, al partir de una situación productiva inferior.

Otras formas de complementación.

El tema de la complementación alimentaria a la ganadería extensiva sigue muchas veces un modelo parecido a la ganadería industrial, suministrando piensos "camperos" que suplementan y, a veces, compiten, más que complementan, con los recursos existentes en la explotación.

En situaciones en las que el déficit no es de energía a, como son los veranos con abundancia de pasto, una complementación con alimentos nitrogenados, a los que se les añadiera el corrector minerovitamínico, podría ser muy favorable para el mantenimiento de los reproductores. Un alimento como la harina de girasol integral, a los precios que tuvo la temporada anterior (15 pts/kg), puede ser un buen ejemplo de alimento complementario y con capacidad para servir de soporte del CMV.

Ponencia IX
USO DE MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS
EN ALIMENTACION ANIMAL:
EL CASO DE LAS LEGUMINOSAS DE GRANO

G. G. MATEOS (*)
J. MÉNDEZ (*)
S. GROBAS (*)

USO DE MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL:
EL CASO DE LAS LEGUMINOSAS DE GRANO.

G.G. MATEOS, J. MÉNDEZ y S. GROBAS
E.T.S.I. Agrónomos de Madrid y COREN, S.C.L. de Orense.

INTRODUCCIÓN

En el inicio del desarrollo de la ganadería intensiva en nuestro país, la harina de soja constituía la principal y casi única fuente de proteína de los piensos fabricados. Posteriormente se inició la utilización de la harina de girasol, favorecido por el desarrollo de su cultivo como fuente de aceites comestibles. Con nuestra entrada en el mercado común europeo nuevas fuentes oleaginosas (cacahuet, colza) encontraron su hueco en las fábricas de pienso españolas. La política europea de potenciar el cultivo y utilización de fuentes autóctonas favoreció no sólo el cultivo de soja y colza sino que también impulsó de forma notable la producción de leguminosas de grano. Guisantes (Australia, China, Francia), altramuces (Australia, Polonia, Francia, Alemania) y habas (Inglaterra) son de frecuente uso en formulación a nivel europeo. Otras leguminosas que a veces se utilizan tras ser retiradas del consumo humano son las judías (*Phaseolus vulgaris*), las lentejas (*Lens culinaris*) y los garbanzos (*Cicer arietinum*) (Todorov, 1988).

VALOR NUTRITIVO

El valor nutricional de las diversas leguminosas de grano viene definido en primer lugar por su composición química y contenido en factores antinutricionales. Una vez conocidos estos valores, la disponibilidad de los diversos nutrientes para las distintas especies determina su valor real. En la tabla 1 se ofrecen datos medios sobre el valor nutritivo de las principales leguminosas (INRA, 1988, 1989).

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Las leguminosas constituyen un grupo muy heterogéneo de materias primas existiendo dentro de cada familia numerosas variedades y ecotipos cuyo valor nutritivo varía. Ejemplos de la apreciación anterior serían las diferencias existentes entre los guisantes de Primavera e Invierno (Tabla 2) o entre los lupinos o altramuces *albus* y *angustifolius* (Tabla 3). Los guisantes de Invierno contienen más factores antiproteasas que los de Primavera por lo que sus niveles de utilización en piensos deben ser menos elevados. Además el tamaño de la semilla suele ser menor por lo que su contenido en fibra es mayor. Todo ello resulta en un menor contenido energético, especialmente en especies monogástricas (INRA, 1989).

Tabla 1.- Table de composición nutritiva de las leguminosas de grano.

	Lenteja	Guisante Primavera	Haba Menor	Altramuz Albus
Materia seca, %	88	86	87	87
Proteína bruta, %	24,7	22	26,4	35,7
Lisina, %	1,68	1,60	1,66	1,68
Met. + Cis., %	0,47	0,59	0,53	0,80
Treonina, %	1,09	0,87	0,93	1,29
Tryptófano, %	0,28	0,20	0,22	0,28
Extracto etéreo, %	1,7	1,6	1,3	9,6
Almidón, %	36,8	44,0	35,0	-
Fibra bruta, %	4,3	5,5	7,5	10,7
FAD, %	4,7	8,5	8,3	15,4
FND, %	8,7	11,0	11,0	18,8
Cenizas, %	3,2	3,4	3,4	3,4
Calcio, %	0,1	0,08	0,11	0,18
Fósforo, %	0,3	0,45	0,61	0,40
Fósforo disp., %	0,13	0,14	0,15	0,08
EM (Kcal/Kg) aves	2585	2530	2650	2415
EM (Kcal/Kg) porcino	3420	3260	3120	3380
ED (Kcal/Kg) conejo	-	<2800	2800	2890
UFL	0,99	0,99	1,01	1,08
UFC	0,98	0,99	1,01	1,07

Tabla 2.- Composición de lupinos según origen (90% MS)

	Frances albus	Australiano Angustifolius
Proteína bruta, %	35	30
Extracto etéreo, %	10	5
Fibra bruta, %	10	15
EN porcino, Kcal/Kg	2260	2140
EM aves, Kcal/Kg	2280	1840
UFL	1,13	1,04

Tabla 3.- Composición de guisantes según tipos (86% ss)

	Primavera	Invierno
Proteína bruta, %	21,5	23,2
Fibra bruta, %	5,2	6,0
Almidón, %	44	42
ED porcino, Kcal/Kg	3400	3300
EM aves, Kcal/Kg	2512	2470
CD proteína, %	>85	>82
Inhibidor tripsina, UI/mg	<4	>8
Tamaño	Grande	Pequeño

FRACCIÓN PROTEICA

Las proteínas de las leguminosas son resistentes a la digestión por los enzimas digestivos lo que podría justificar su relativamente bajo coeficiente de digestibilidad. Así por ejemplo, las globulinas que constituyen la parte proteica más importante tienen una estructura compacta especial. El calor es un buen método para destruir en parte esta estructura y mejorar la digestibilidad de la proteína (Brenes y Brenes, 1993).

En las tablas 4 y 5 se ofrecen datos de Rhone Poulenc (1993) sobre los coeficientes de digestibilidad de diversas leguminosas en aves y en porcino. En la tabla 6 hemos escogido el altramuz para comparar los datos del mismo autor pero en años diferentes (Rhone Poulenc, 1989 y 1993) sobre el coeficiente de digestibilidad real de los aminoácidos en porcino. A notar la variable valoración con mejores coeficientes en porcino en 1993 indicando un mejor conocimiento de las variedades de lupinos utilizados en la actualidad.

Tabla 4.- Coeficiente de digestibilidad real de los aminoácidos en ciertas leguminosas. Aves (Rhone Poulenc, 1993)

	Guisante	Habas	Altramuz
Proteína	88	88	96
Lisina	87	90	93
Metionina	82	84	89
Cistina	74	79	96
Treonina	83	87	94
Triptófano	82	79	-

Tabla 5.- Coeficiente de digestibilidad real de los aminoácidos en ciertas leguminosas. Porcino (Rhone Poulenc, 1993)

	Guisante	Habas	Altramuz
Proteína	81	85	82
Lisina	83	89	79
Metionina	78	79	68
Cistina	70	80	84
Treonina	76	83	79
Triptófano	75	75	-

Cuatro factores han de ser tenidos en cuenta a la hora de valorar el valor proteico y el contenido y disponibilidad de los aminoácidos de las leguminosas:

- La proteína está desequilibrada, siendo generalmente deficiente en aminoácidos azufrados y en triptófano. Los primeros pueden ser aportados de forma económica mediante la incorporación de metionina sintética. Por contra, el déficit en triptófano podría limitar el uso de ciertas leguminosas en piensos comerciales. Por ejemplo, Lacassagne (1988) recomienda no sobrepasar el 10% de inclusión de lupinos en dietas para avicultura. Esta leguminosa es deficiente en triptófano pero al mismo tiempo aporta

mucha proteína a la ración con lo que aumenta el riesgo de un aporte inadecuado.

- El perfil aminoacídico de las leguminosas combina bien con el de otras fuentes proteicas (girasol y colza, por ejemplo). Las carencias de las leguminosas en azufrados se ven compensadas por estas otras proteaginosas. Lo contrario ocurre con la lisina (Gómez Cabrera, 1981).

- El contenido en proteína es muy variable. Sin embargo la proporción en aminoácidos esenciales no está fijada en función del nivel de proteína bruta (Wiseman y Cole, 1988). A mayor contenido en proteína no corresponde necesariamente mayor contenido lineal en aminoácidos azufrados. La relación lineal se da en el caso de la arginina (aminoácidos con papel importante en el transporte y el almacenaje del nitrógeno) pero no con la lisina o con otros aminoácidos esenciales. Los granos de leguminosas contienen diversos tipos de proteína (estructurales, de reserva, etc) cada una de ellas con un perfil aminoacídico típico. Un incremento en el contenido en nitrógeno total de la semilla puede ser debido al aumento en particular de una de estas fracciones y no al incremento general de todas ellas. En general el contenido en aminoácidos esenciales (lisina, treonina, triptófano y azufrados) es bastante estable.

- Los aminoácidos azufrados de los granos están presentes en una gran proporción como constituyentes de los inhibidores de las proteinasas (hasta un 40% de la cistina de *Phaseolus vulgaris* se encuentra de esta forma) y por tanto su disponibilidad va a verse afectada (Dixon y Hogking, 1992). Además, la concentración de estos aminoácidos es inferior en los cotiledones que en la cascarilla (Wiseman y Cole, 1988) por lo que su disponibilidad tiende a ser menor y su contenido relativo al descascarillar se ve disminuido. Otro factor a tener en cuenta es que los enzimas pancreáticos son ricos en azufrados. La secreción de estas enzimas se ve aumentado con la alimentación de granos ricos en factores antiproteasas y de aquí que aumenten las pérdidas endógenas en estos aminoácidos.

En el caso de los rumiantes se observa una alta degradabilidad de la proteína en rumen. Dixon y Hogking (1992) la estiman superior al 90%. Sin embargo, a niveles altos de ingesta y particularmente en vacuno, el porcentaje de proteína que escapa a la fermentación ruminal puede ser muy superior a lo indicado. En el caso de someter las leguminosas al proceso de extrusión, la degradabilidad disminuye mejorando notablemente el porcentaje de proteína no degradable (Foncant y col., 1990). En la tabla 7 se ofrecen datos del INRA (1989) sobre la valoración proteica (PDIA, PDIE y PDIN) de ciertas leguminosas.

Tabla 6.- Coeficiente de digestibilidad real de ciertos aminoácidos del altramuz en aves y porcino (Rhone Poulenc, 1993)

	Aves		Porcino	
	1989	1993	1989	1993
Proteína	95	96	77	82
Lisina	91	93	71	79
Metionina	93	89	62	68
Cistina	94	96	78	84
Treonina	95	94	77	79

Tabla 7.- Valoración de la proteína de ciertas leguminosas en rumiantes (sst) (INRA, 1989)

	Haba	Guisante	Altramuz	Soja extrusionada
Proteína total	26,1	22,2	34,6	35,4
Proteína digestible	21,7	19,1	30,5	30,8
PDIA	2,4	2,0	1,1	16,7
PDIN	15,2	13,3	19,9	25,9
PDIE	9,0	8,6	7,1	19,9

FRACCIÓN ENERGÉTICA

La fracción energética de las leguminosas está formada por la fracción lipídica y la fracción hidratos de carbono. Las leguminosas en general son pobres en grasa a excepción de los altramuces. Algunas variedades de altramuces pueden llegar al 10% de lípidos (variedades albus). En el caso de los lupinos australianos (*L. angustifolius*) el nivel varía entre el 5 y el 7%. En la tabla 8 se detallan datos de Wiseman y Cole (1988) sobre el contenido en los ácidos grasos linoleico y linolénico de las diversas variedades comerciales de altramuces. A destacar el alto contenido en linolénico de la variedad

Albus lo que podría ocasionar problemas de oxidación y olores anómalos en caso de uso en cantidades excesivas.

Tabla 8.- Contenido en ácidos grasos poliinsaturados de los altramuces (Wiseman y Cole, 1988)

	Linoleico	Linolénico
L. albus	20	10
L. angustifolius	40	4
L. luteus	47	3

La fracción hidratos de carbono incluye el almidón y otros polisacáridos de reserva, los polisacáridos relacionados con las paredes celulares y los alfa-galactósidos. El almidón constituye el principal hidrato de carbono de reserva en las leguminosas. La excepción es el altramuz en cuya semilla el papel del almidón pasa a los β 1-4 galactanos (Dixon y Hosking, 1992). Al alimentar vacuno lechero o rumiantes en extensivo con leguminosas vs cebada se aumenta la proporción de protozoos en rumen, mejora el pH ruminal y disminuye el porcentaje de ácido láctico. En general los rumiantes alimentados ad libitum pueden consumir grandes cantidades de leguminosas, especialmente altramuces sin graves problemas digestivos y precisando un menor periodo de adaptación que en el caso de los cereales. Estas características hace que los altramuces sean una materia prima ideal para la práctica del flushing o sobrealimentación durante los periodos de monta.

En el caso de los monogástricos el almidón de las leguminosas es digerido de forma más lenta y menos efectiva que el almidón de los cereales. La diferencia es muy pequeña en el caso de animales adultos pero puede tener importancia en el caso de animales jóvenes, especialmente en aves. En este último caso, la rápida velocidad de tránsito de los alimentos podría provocar que pequeñas porporciones del almidón pasaran sin digerir a través del trado intestinal. En la tabla 9 se ofrecen datos de Yuste y col. (1991) sobre este particular. Las causas de esta menor digestibilidad son múltiples y podría incluir el mayor tamaño del gránulo, la menor accesibilidad de los enzimas al mismo y la mayor porporción de la fracción amilosa vs amilopectina de los gránulos de almidón de las leguminosas (Yuste y col., 1991; Brenes y Brenes, 1993).

Las paredes celulares de las semillas de leguminosas contienen abundantes sustancias pécticas lo que las hace muy apropiadas para la alimentación de rumiantes. Además, su contenido en lignina es bajo en comparación con la fracción parietal de los

cereales. Como consecuencia la digestibilidad de la cascarilla de los granos de leguminosas es muy superior a la digestibilidad de la fracción fibrosa de los cereales. En monogástricos, especialmente en porcino, las sustancias pécticas son digeridas en una gran proporción en intestino grueso por lo que los valores energéticos expresados en energía digestible sobreestiman el valor energético real de las leguminosas. Otro problema a considerar es que las sustancias pécticas son solubilizadas durante el procedimiento laboratorial de determinación de la fibra neutro detergente (FND) y por tanto el valor FND de las leguminosas subestima el contenido en hidratos de carbono no utilizable por monogástricos (Wiseman y Cole, 1988).

Tabla 9.- Coeficiente de digestibilidad de los almidones de diversas materias primas en aves (Yuste y col., 1991).

	Adulto	Pollito
Trigo	99	99
Mandioca	99	99
Guisante	98	94
Habas	94	78
Patata	70	39

El nivel de oligosacáridos en semillas enteras sobre sustancia seca es muy variable. En altramuces son normales niveles entre el 6 y el 9%; mientras que en las habas varían entre el 3,5 y el 6%. Los guisantes presentan valores intermedios y más altos en las variedades rugosas (en torno al 7%) que en las variedades lisas (en torno al 5%) (Wiseman y Cole, 1988).

Las leguminosas son ricas en ciertos oligosacáridos tipo verbascosa, estaquiosa y rafinosa. Estos oligosacáridos no son digeribles por el animal por carecer del enzima apropiado para romper el enlace alfa que los caracteriza (Rubio, 1987; Huisman y Jansman, 1991). Sin embargo, estos alfa-galactósidos sí pueden ser degradados por los enzimas bacterianos α -1-6-galactosidasas. En el proceso fermentativo en grueso los alfa-galactósidos son transformados en ácidos grasos volátiles, que pueden ser parcialmente utilizados, anhídrido carbónico, hidrógeno y metano, produciendo los típicos síntomas de flatulencia, diarreas inespecíficas, etc, asociados a las fermentaciones microbianas anaeróbicas.

FACTORES ANTINUTRICIONALES (FAN)

Las leguminosas contienen abundantes factores antinutritivos, siendo los animales jóvenes los más sensibles. Muchos de estos metabolitos secundarios constituyen una barrera defensiva importante contra mohos, insectos y herbívoros y en general son resistentes a la acción gástrica y a la digestión intestinal.

Los FAN son difíciles de medir y de evaluar debido a 1) su gran diversidad,, 2) su variabilidad y 3) su dificultad de análisis. Es muy común (caso de los taninos, las lectinas, etc) de dar un nombre específico a un grupo de compuestos con un modo de acción más o menos similar pero con distinta estructura y especificidad.

En la tabla 10 presentamos una clasificación de los FAN en función de su estabilidad al calor y en la tabla 11 se ofrecen los factores antinutricionales más típicamente encontrados en las leguminosas y su importancia relativa.

Tabla 10.- Principales factores antinutricionales de las leguminosas y su estabilidad ante el calor (Bruggink, 1993)

TERMOLABILES

- Inhibidores proteasas
- Goitrógenos
- Lectinas
- Antivitaminas

TERMOESTABLES

- Alfa-galactósidos
 - Alcaloides
 - Taninos
 - Vicina
 - Saponinas
 - Proteínas antigénicas
 - Fitanos, beta-glucanos, etc
-

En resumen las leguminosas de grano presentan, para un origen dado una composición bastante constante y uniforme. Su fácil manejo (fluidez, molienda, granulación), excelente conservación (como grano entero) y uso flexible (niveles medio-altos en cualquier especie) hace aconsejable su utilización en raciones concentradas para todo tipo de animales (tabla 12).

Tabla 11.- Importancia de los factores antinutricionales en leguminosas

	Taninos	Lectinas	Inhib.Prot.	Otros
Habas ¹	++	+	+	Vicina
Guisantes ¹	+	++	++	
Lupinos	-	-	-	
Alcaloides				
Soja ²	-	++	+++	Antígeno
Judias ²	-	+++	++	Antígeno

Tratamiento térmico:
 1 Conveniente
 2 Necesario

Tabla 12.- Leguminosas: niveles de utilización práctica

	Guisante primavera	Haba	Altramuz
Lechones, 5 sem.	10	5	5
Cerdos cebo	30	15	8
Cerdas	15	7	5
Ponedoras	10	5	10
Broiler inic.	10	5	5
Broiler term.	20	10	10
Conejos	12	5	7
Rumiantes	20	15	30

BIBLIOGRAFIA

- Brenes, A. y J. Brenes (1993). En IX Curso de Especialización: Tecnología y Nutrición. pp: 199-232. FEDNA Barcelona.
- Bruggink, J. 1993. En: IX Curso de Especialización: Tecnología y Nutrición. pp. 175-198. FEDNA, Barcelona.
- Dixon, R. y B. Hosking. 1992. Nutrition Research Reviews 5: 19-43.
- Focant, M.; Van Hoecke, A. y M. Vanbelle. 1990. Animal Feed Science and Technology 28: 303-313.
- Gómez Cabrera, A. (1981). A.Y.M.A. 22 (3): 227-231.
- INRA (1988). Alimentation des bovins. Ovins et caprins. INRA, Paris, 471 pp.
- INRA (1989). L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles. INRA, Paris. 282 pp.
- Lacassagne, L. (1988). INRA Prod. Anim., 1 (1): 47-57.
- Rhone-Poulenc (1989). Nutrition guide: Elements pour la formulation en acides amines digestibles. Rhone Poulenc Animal Nutrition. Commeny Francia. 35 pp.
- Rhone Poulenc (1993). Rhodimen Nutrition guide: Formulation des aliments. Rhone Poulenc Animal Nutrition Commeny, Francia. 55 pp.
- Rubio, L.A. 1987. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria, Madrid. 186 pp.
- Todovov, N.A. (1988). Liv. Prod. Sci. 19: 47-95.
- Wiseman, J. y D. Cole (1988). En Recent Advances in Animal Nutrition. Butterworths, Reino Unido. pp. 13-37.
- Yuste, P. y col. 1991. Animal Feed Science and Technology 35: 289-300.

RESUMEN

Los granos de las leguminosas son materias primas caracterizados por su alto contenido en proteína y en energía. Son buenos componentes en fabricación de piensos compuestos para todo tipo de animales, pudiéndose llegar a utilizar a niveles de hasta el 20-30% según tipos. Además, pueden ser una buena fuente complementaria en sistemas extensivos en base a forrajes de calidad media y con manejo alimentario deficiente.

Se observa que el valor nutritivo de las leguminosas de grano, en general es inferior al que cabría esperar en base a su composición química. Este fenómeno es especialmente importante en el caso de las aves. No existe una explicación única para el mismo. El contenido en factores antinutricionales de índole diversa, la dificultad de digerir el almidón y otros hidratos de carbono componentes de la semilla y la baja digestibilidad y desequilibrio aminoacídico de su proteína en relación con otras fuentes nobles son factores a considerar.

En el presente trabajo se detallan normas de uso y métodos que permiten minimizar los problemas asociados a su utilización. El uso de leguminosas (guisantes, altramuz, habas, judías, etc) en la alimentación de la ganadería española tanto intensiva como extensiva es de gran interés y sólo viene limitada por la disponibilidad y costo relativo dentro del programa nutricional.

P o n e n c i a X
ESTRATEGIA DE MEZCLAS COMPLETAS
DE SUBPRODUCTOS EN COVAP

ANTONIO CARBONELL PERALBO
Director Técnico de COVAP

ESTRATEGIA DE MEZCLAS COMPLETAS
DE SUBPRODUCTOS EN COVAP

Antonio Carbonell Peralbo. Director Técnico de COVAP

En primer lugar quisiera manifestarles que la comunicación que les expongo, no pretende ser una teoría a admitir, ni siquiera va a ser una matización estadística de datos obtenidos por un proceso de análisis y síntesis científico. Tan sólo consiste en el desarrollo de una idea surgida de la necesidad de poner en práctica los fundamentos teóricos del racionamiento animal en una zona desfavorecida del sur de España.

Como toda actividad realizada es susceptible de crítica, si se apura, carente de rigurosidad milimétrica, no obstante, solicito de todos Vds. la atención y el razonamiento global de lo que planteo para que con posterioridad pasemos a discutir los distintos términos de una de las actividades que hasta el momento venimos ejecutando en COVAP, y si bien puede no responder a definiciones dadas por algún técnico en la materia, los resultados positivos obtenidos nos dicen que podemos ir por el buen camino.

Ante esto, sería útil que nos planteáramos:

¿A que se debe el distanciamiento existente entre las predicciones efectuadas sobre el papel y los resultados de campo obtenidos? A continuación les presento una alternativa que sirve de nexo de unión ante esta cuestión; la discusión está servida.

1. INTRODUCCION

¿Quien es COVAP?

En una Cooperativa Ganadera con aproximadamente unos 6.000 socios y una facturación anual de 15.000.000.000 de pts.

Existen varias secciones entre las que destacan por su volumen de negocio: Lácteos, Nutrición animal y productos cárnicos del cerdo ibérico.

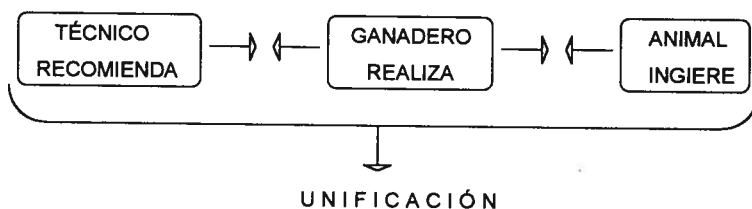
Pero esta dimensión no ha sido producto de un "desarrollismo" artificial, sino que responde a un proceso prolongado de trabajo cuya piedra angular es el socio y su esfuerzo particular.

2. ESTRATEGIA DE MEZCLAS COMPLETAS

La estrategia de mezclas completas surgió como solución a un problema real que no es otro que la nutrición de las distintas especies ganaderas en el Valle de los Pedroches. Dicha práctica se puso en marcha al observar que lo que el técnico recomendaba, lo que a continuación realizaba el ganadero y lo que finalmente el animal ingería, eran tres raciones completamente distintas.

Este riesgo se incrementaba conforme se intensificaba el sistema de producción derivado de la especie con que se trabajaba.

Para ello seleccionamos que nuestro cliente por excelencia que tuviese un régimen productivo intensivo: El bovino de aptitud láctea, ya que el resto de especies serían consumidores "estacionales".



Asumir que el menor error es precisamente aquel que no se comete, nos llevó a la eliminación de esta "bola de nieve" que tantas veces ha provocado el cuestionamiento de capacidades, incluso de los nutrólogos más reconocidos:

"LA RACIÓN COMPLETA SE APORTA DESDE EL TÉCNICO AL ANIMAL"

2.2. Desarrollo

Dado que dicha aseveración comporta el desarrollo de un proyecto técnica y económicamente complejo, decidimos su puesta en marcha a partir de una planta piloto donde gradualmente se fuesen obteniendo viabilidades técnicas, económicas y productivas positivas mediante el empleo por fases temporales de:

2.2.A. RACIÓN PREMIX

2.2.B. RACIÓN COMPLETA SECA

2.2.C. RACIÓN COMPLETA HÚMEDA

2.2.A. Ración Premix

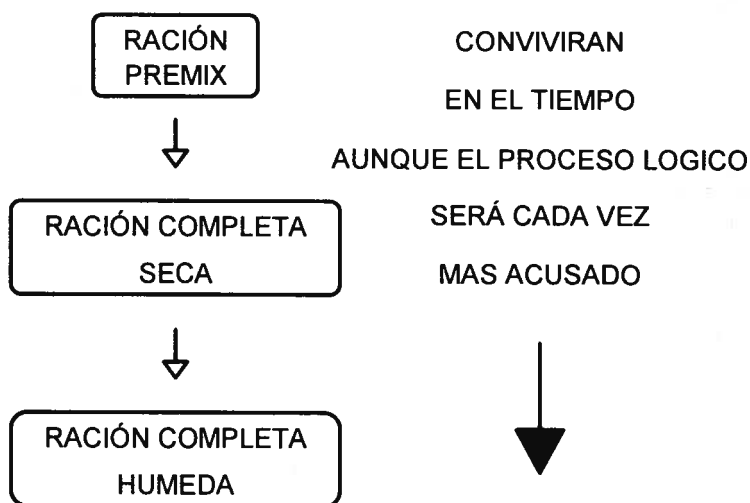
Consiste en suministrar periódicamente a cada ganadero en función de los forrajes que dispone este en la explotación y del nivel productivo medio que posee su cabaña, una mezcla de subproductos industriales (textiles, azucarera, forrajeras, químicas, extractoras, etc.) y el concentrado específicamente diseñado para tal efecto, de tal forma que el conjunto suministrado ocasione el resultado esperado (como así sucede en la realidad).

2.2.B. Ración completa seca

Al analizar los resultados obtenidos en la planta piloto y responder satisfactoriamente a los intereses del ganadero y de la industria como tal, se procedió a dar el segundo paso en este proceso dinámico presentado. Consistiendo este en aportar una ración completa (incluidos los forrajes), se bien y hasta el momento con una humedad final inferior al 20%, con lo cual la durabilidad de consumo tiene un plazo de tiempo todavía aceptable.

2.2.C. Ración completa húmeda

Responde al paso final del proceso y hasta el momento no se ha puesto en práctica, pero el anteproyecto ya ha sido diseñado.



3. PROBLEMA TÉCNICO

Estoy convencido que a ningún participante de estas jornadas se le escapa las dificultades que aparecen en cada una de las variantes de la alternativa seleccionada para superar el problema real. Así por un lado tenemos:

3.1. Logístico

Ya no sólo con lo que respecta al acopio de materia prima, sino con el transporte del producto hasta la explotación particular. Sin embargo, y dado el conocimiento de las necesidades de nuestros ganaderos, nos permite el utilizar prácticas de gestión de stock totalmente innovadoras y hasta el presente momento (según mis noticias) reservadas exclusivamente para el sector de la automoción como es el JUST IN TIME, lo que nos permite eliminar los stocks y agilizar el movimiento de materias primas entre almacenes; además de posibilitar unas ventajas financieras notables, y una contabilidad "al día".

Un factor determinante para la solución de los problemas logísticos responden a la selección de una localización del/los centros adecuada.

Recoger estas variables nos ha permitido conseguir que sólo 3 personas estén alimentando actualmente unas 7.000 vacas.

3.2. Nutricional

Además de las lógicas diferencias cualitativas existentes en un producto procedente de distintos cargamentos o industrias, nos desconcertó en mayor grado, que ante el mismo producto procedente de la misma carga e industria, al enviar para analizar sus cualidades a sendos laboratorios de reconocido prestigio dichas fuentes nos notificaron valores muy dispares en parámetros tan definitivos como Proteína Bruta para una torta de soja o alfalfa deshidratada ó FAD para esta última.

Ante esto nos planteamos (Que hacer para nuestro sistema nutricional? En este aspecto, y hasta que no vayan evolucionando las tecnicas analíticas y los bancos de alimentos, con los que mediante procesos feed-back corregir dichos resultados, decidimos tomar unos valores standard con unos intervalos limitados para cada producto utilizado.

Estoy convencido que dicha medida es errónea, pero al menos tengo definido el parámetro máximo del sesgo y la varianza máxima por mezcla completa, por lo que hasta que Vds. los científicos no me restrinjan los grados de libertad existentes, creemos que como mínimo es una práctica industrial y logísticamente aceptable.

3.3. Constructivo

Para diseñar este proyecto, cuyo objetivo es alimentar unas 18.000 vacas Holstein en su última fase y al objeto de conseguir una infraestructura (60.000 m2) y una gestión de su explotación (serán necesarios tan sólo 6 personas) donde el empleo de recursos sea MINIMIZADO, ha jugado un papel fundamental la consideración de todos los parámetros distintivos de la zona y de su elemento constitutivo: el ganadero lechero; ya que la solución que podrá observarse culminada dentro de 4 años, posiblemente fracasaría en otro lugar si se trasladara "tal cual" y no se consideraran las particularidades específicas de cada zona.

IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos hasta el momento actual, nos han obligado a considerar tres conclusiones distintas:

A) Aquellas explotaciones donde el forraje utilizado era tan sólo la paja de cereal; las cuales tenían una media de producción de 14 litros por vaca y día de lactación, han incrementado su media a 22, y su beneficio neto medio estimado ha pasado de 260 pesetas por vaca y día a 350.

B) Las explotaciones que utilizaban además de la paja, el heno de cereal de invierno, y que tenían unas producciones medias de 20 litros al día, han aumentado dicha producción en un veinte por ciento, y su margen neto estimado en un 15% aproximadamente.

C) Aquellas explotaciones que disponían de una oferta forrajera compuesta por silo de raygrass westerwold y/o de cereal de invierno, además de heno, el incremento productivo ha pasado de 25 a 27 litros por vaca y día, y sus beneficios netos medios estimados han aumentado en un 8%.

Finalmente comentarles que si en las segundas jornadas técnicas estuve como alumno de esta Escuela, en las terceras como compañero y en las cuartas como ponente de una comunicación, espero intensamente que en las venideras, con el sistema integral que les he dado a conocer en estos momentos, pueda decirles a todos, que COVAP en producción láctea, de media: 10.000 Kg.

Coloquio
VALORACION Y UTILIZACION
DE SUBPRODUCTOS (I)

VALORACIÓN Y UTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS. (I)

Tipo de mezclas de subproductos en COVAP.

Se realizan tipos de mezclas ajustadas al nivel de producción de las vacas (alta producción y resto) y el tipo de ración de base (paja sola, paja mas heno y paja mas silo de avena). Es posible la realización de mezclas especiales para casos distintos que puedan existir.

El tipo de subproductos empleados en la mezcla tiene como base la semilla de algodón, la pulpa de remolacha, el girasol granulado y la alfalfa granulada. No obstante, en el pienso que las acompaña se incorporan otros subproductos, como glútenes e incluso colza. Se intenta conseguir un pool de fuentes proteicas, lo mismo que de almidones, de forma que se diversifiquen sus degradabilidades y se consiga un mayor ajuste proteico y energético.

La utilización de este tipo de mezclas trata de dar respuesta a los problemas de acidosis existentes como consecuencia del alto consumo de pienso compuesto, rico en almidón, utilizado para conseguir altas producciones (7000-8000 l/vaca/año) a partir de raciones de base de muy baja calidad. Simultáneamente se intenta que el ganadero mejore estas raciones de base, aunque la escasa capacidad de producción forrajera de la zona dificulta este objetivo. La mayoría de los ganaderos utilizan actualmente paja y heno de avena.

Efecto de los tratamientos con calor sobre los factores antinutritivos en leguminosas.

Siguen existiendo bastantes incógnitas en relación al efecto del calor en la inactivación de algunos factores antinutritivos de las leguminosas. Particularmente, los taninos térmicos eran considerados hace años como termolábiles; sin embargo, hoy no parece tan claro, existiendo trabajos que comprueban su existencia después del tratamiento tecnológico. En parte, el problema está asociado a la dificultad de los procedimientos analíticos (métodos que no son de rutina en los laboratorios) para su determinación, así como la de las modificaciones estructurales que se producen y la del efecto que provocan sobre el valor nutritivo, siendo difícil el comprobar que este efecto sea realmente debido a la destrucción de los factores antinutritivos y no a otras causas.

Ínterés de la extrusión.

El interés de la extrusión en el tratamiento de este tipo de productos se pone a debate, considerando que es un proceso caro y que en la bibliografía y en la práctica se obtienen resultados muy variables. Parece claro y demostrado el interés de su realización en determinados productos, como el haba de soja, pero en otros no queda tan claro. En

todo caso, hay que considerar que parte de la variabilidad está asociada al tipo de maquinaria utilizado y que es básico conseguir la uniformidad del tratamiento.

Actualmente se están comercializando con éxito en UK, en Francia y se abren camino en España, productos comerciales que son combinaciones extrusionadas de colza-guisantes, colza- habas,...etc.

El interés de este tipo de tratamientos es mayor en animales jóvenes que en los adultos, puesto que en aquellos no se trata solo del aumento en unos puntos del valor de la digestibilidad, sino de asegurarnos que el alimento no pase sin digerir al intestino grueso y allí de lugar a diarreas. Así , en lechones, más del 50% de los fabricantes en España y el 100% en UK utilizan cereales extrusionados. Otra opción son los perros, a los que si se les suministran cereales o leguminosas sin extrusionar aparecen problemas en la heces.

Medida del efecto del tratamiento.

A nivel de laboratorio es posible valorar el grado de gelatinización, aunque existen diferentes metodologías que dan lugar a diversidad de resultados. No se estima que afecte mucho a la proteína y sí a su palatabilidad, que es de gran interés en lechones.

A nivel de campo los resultados se comprueban comparando con los productos sin extrusionar y observando los resultados, viendo producciones o comprobando que se reduce la cantidad de piensos medicados que se utilizan.

Disponibilidad de las leguminosas en el mercado.

En España, ahora mismo, hay un suministro bastante regular. Altramuces australianos se reciben casi constantemente. Cuando se acaba el guisante francés, viene el australiano, y luego el chino; hay ligeras variantes entre ellos, pero se trata de la misma materia prima.

No obstante, hoy día los mecanismos de sustitución de estos y otros alimentos son automáticos, en función de su disponibilidad y de su precio. A la larga, en la composición del pienso, lo que importa no son las materias primas, sino los valores nutritivos.

P o n e n c i a X I
SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DEL MAIZ:
INFLUENCIA DEL PROCESO DE FABRICACION
SOBRE LA DEGRADABILIDAD RUMINAL

JUAN F. GALVEZ (*)

MARIA ALVIR (*)

JAVIER GONZALEZ (*)

SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DEL MAÍZ: INFLUENCIA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN SOBRE LA DEGRADABILIDAD RUMINAL.

Juan F. GALVEZ, María ALVIR y Javier GONZÁLEZ
Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid

INTRODUCCIÓN

Con las recientes limitaciones en la importación de cereales por parte de la Comunidad Europea y en particular del maíz, y debido al alto precio relativo de este cereal, se ha producido un acentuado decrecimiento en la tasa de incorporación del grano de maíz en las dietas de animales zootécnicos. Consecuentemente, el empleo de los subproductos, y muy particularmente aquellos originados de la industria del maíz, como sustitutivos de los cereales ha aumentado en la fabricación de piensos compuestos.

Generalmente todos los subproductos del maíz que se utilizan actualmente en España son importados y hasta este momento existe una cierta dificultad para valorarlos adecuadamente y esto obliga a fijar unos niveles máximos de su inclusión en las fórmulas de piensos compuestos elaborados para las distintas especies animales. Esto es debido no sólo al parcial desconocimiento de estas materias primas en el mercado español sino también por la gran variabilidad que muestran en su composición y valor nutritivo (Rial, 1987).

Paralelamente a este proceso evolutivo de sustitución de los cereales por los respectivos subproductos en las dietas de animales rumiantes, resulta obligado que los investigadores, basándose en los métodos más recientes de estimación del valor nutritivo nitrogenado de los alimentos, tengan que ocuparse de la valoración de la mayoría de estas materias primas (ya que ello es totalmente necesario para la formulación de las raciones de una manera más precisa).

Estos métodos contemplan y cuantifican las posibles transformaciones de la proteína bruta ingerida en la dieta y consideran la degradación ruminal de la proteína como un parámetro importante para determinar tanto el aporte del nitrógeno a los microorganismos ruminales como para la estimación de la cantidad de aminoácidos que pueden ser absorbidos en el intestino.

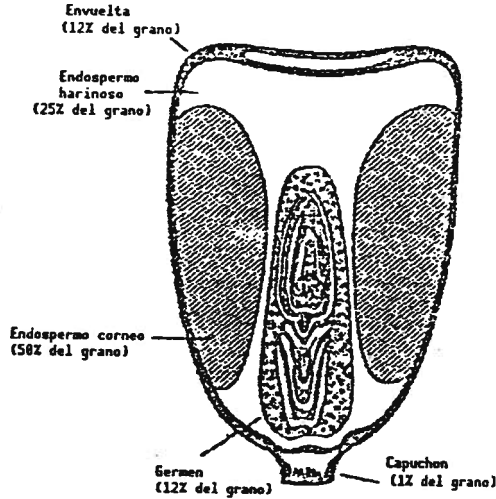
Actualmente existen pocos datos sobre la degradabilidad ruminal de la proteína de los diferentes subproductos de la industria del maíz, pero se ha podido demostrar como variaciones en la composición físico-química para un mismo subproducto, debidas o bien al proceso de obtención o bien a los distintos porcentajes de mezcla entre algunos de ellos, alteran la degradabilidad proteica de estos alimentos por los rumiantes.

SUBPRODUCTOS DEL MAÍZ: PROCESOS DE FABRICACIÓN

Antes de comentar el valor nutritivo de los subproductos de maíz que se

comercializan en la actualidad para la industria de la fabricación de piensos compuestos, resulta interesante comenzar por comentar las distintas partes del grano de donde proceden. En este sentido, en la figura 1 se representa esquemáticamente la procedencia anatómica del almidón y de los subproductos denominados gluten, germen y salvado.

Figura 1. Corte esquemático del grano de maíz.



El almidón es el constituyente más abundante del grano de maíz, representando alrededor del 75% total en peso. Se encuentra localizado principalmente en la parte superior del grano (endospermo harinoso) y en las partes laterales (endospermo córneo).

El salvado está constituido principalmente por las envueltas que rodean el grano y el pedicelo.

El germen corresponde a la cápsula embrionaria que está localizada en la parte inferior central del grano y representa el 12% del peso total y es donde se concentra fundamentalmente el aceite.

Es importante destacar que el grano de maíz en su totalidad tiene un contenido en agua entre 13% y 16%.

Los subproductos procedentes de la industria del maíz son obtenidos por tres tipos diferentes de procesamiento: vía húmeda, vía seca y destilación (cuadro 1).

Lo que se denomina corrientemente con el término de gluten, y que es el principal subproducto de las industrias del maíz que se utiliza en la alimentación animal, corresponde realmente a una mezcla de diferentes fracciones del grano y contiene la mayor parte de la proteína y también un cierto porcentaje del almidón del endospermo. De acuerdo con el proceso de fabricación se distinguen dos tipos de subproductos: el "gluten feed" y el "gluten meal" que posteriormente comentaremos al analizar el procesado industrial del grano de maíz por vía húmeda. Al tratarse entonces de una mezcla de diferentes fracciones del grano es por lo que la composición química de los gluten y, por tanto, su valor nutritivo resulta ser muy variable.

Cuadro 1. Subproductos del maíz

Procesos	
Vía húmeda (industrias de almidonería)	Gluten Feed (GF) Gluten Meal (GM) Turtó de germen de maíz (TGM)
Vía seca (industrias de semolinería)	Harina zootécnica (HZ) Harina Flor (HF) Fatty maíz (FM)
Destilación (industrias de fermentación)	Granos secos de destilería (DDG) Solubles secos de destilería (DDS) Granos secos de destilería con solubles (DDGS)

PROCESADO POR VÍA HÚMEDA

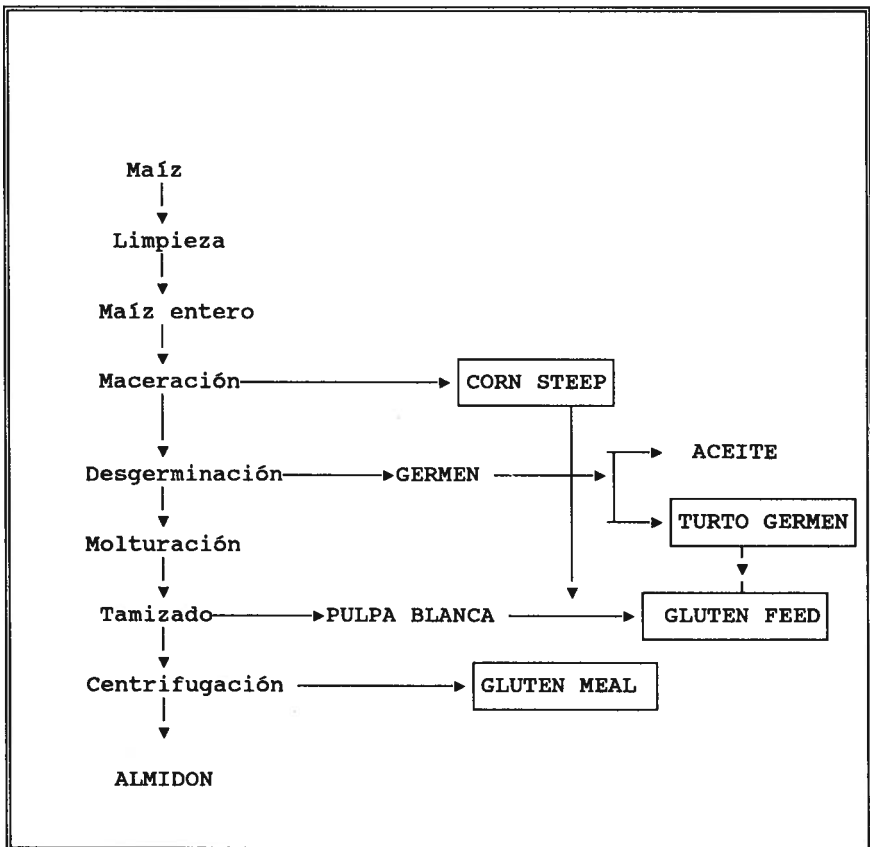
En sus orígenes fue un proceso diseñado para la producción de almidón, pero posteriormente se ha ido transformando en una industria que pretende revalorizar al máximo cada fracción del grano de maíz.

En la figura 2 se representa un esquema de este proceso de fabricación (Esteve, 1990).

En este proceso, el grano de maíz entero se somete primeramente a una maceración con una solución ligeramente acidificada durante 30-50 horas y a una temperatura entre 48 y 50 °C. Después se separa el agua que contiene la fracción solubilizada ("corn steep") que una vez secada y junto con el salvado constituye el "gluten feed".

El maíz reblandecido y húmedo, es molturado groseramente para separar el germen por flotación. El germen, al que se ha extraído el aceite, se le denomina harina de germen de maíz o bagazo de maíz. El turtó de germen se emplea directamente en alimentación animal sin ningún procesado si bien, y debido a que sólo representa una pequeña fracción del grano, normalmente se agrega al gluten feed. En este último caso la composición química del subproducto "gluten feed" es evidentemente diferente.

Figura 2. Esquema del procesado industrial del grano de maíz por vía húmeda. (Esteve, 1990).



El resto del grano de maíz compuesto por almidón, gluten y salvado se pasa por un molino de impacto para pulverizar las partículas del endospermo dejando el salvado intacto, el cual se separa por tamizado. De esta forma, se aísla el salvado que se comercializa tal cual una vez secado (pulpa blanca), o se mezcla con la fracción de corn steep condensada formando el gluten feed.

Finalmente se separan el almidón y el gluten por centrifugación. El gluten una vez secado constituye el producto denominado gluten meal.

De acuerdo con el proceso de obtención del almidón anteriormente descrito, se separan del grano de maíz los subproductos: gluten feed, gluten meal y turtó de germen.

Composición química

Gluten Feed

Como ya hemos expuesto anteriormente, está constituido, por una parte, por el salvado y por las porciones fibrosas del grano de maíz en combinación con almidón y fracciones de proteína no separadas en el proceso primario de separación, y, por otra, por la fracción soluble en agua. La composición química de este subproducto es bastante variable (cuadro 2) ya que depende fundamentalmente de la proporción en que entran las diferentes fracciones del grano en el proceso de obtención del almidón.

Así, podemos observar variaciones en el contenido en almidón (11,80%-28,3%) y extracto etéreo (2,29%-7,44%).

El gluten feed es relativamente el más fibroso de los subproductos obtenidos en la molturación por vía húmeda. Presenta un promedio de FND en torno al 40%, valores más bajos para FAD (10,6%) y lignina (1,6%) y altos contenidos en la fracción hemicelulósica (30,84%).

Hay que destacar también la gran variación en el contenido en PB ligada a la pared celular (PBFND) (5,98%-35,63%) siendo esta fracción en valores medios 3,95 veces superior al contenido en PB ligada a la FAD (1,49 al 8,64%), por lo que la mayor parte de la PB integrante de la pared celular se sitúa en la fracción hemicelulósica de ésta. Como se verá posteriormente, estas fracciones ejercen una importante influencia sobre el valor de la degradabilidad proteica ruminal.

Gluten Meal

De los datos indicados en el cuadro 2 se deduce que existe una amplia variación en el contenido en almidón (10,42-28,26%). Los valores más altos se deben probablemente a que en el proceso de extracción, el gluten se queda mezclado con una mayor proporción del endospermo córneo y harinoso, y como veremos posteriormente esto supone una influencia negativa sobre la degradabilidad de la proteína.

Quadro 2. Valores medios e intervalos de variación de la composición química de los gluten feed y gluten meal según diferentes autores.

	Gluten feed						Gluten meal					
	Media*(♣)	Min.*	Máx.*	1	2	3	Media*(*)	Min.*	Max.*	1	2	3
Cenizas	6,02	3,92	7,48	7,50	7,20	6,70	1,85	1,19	2,25	1,80	1,10	1,50
PB	20,40	17,20	24,00	25,60	22,00	21,60	67,39	61,40	73,50	67,20	66,90	66,10
EE	4,88	2,29	7,44	2,40	4,40	4,50	1,34	0,98	1,70	2,40	2,90	3,50
Almidón	21,76	11,72	28,30	-	18,8	28,00	19,73	10,40	28,26	-	15,50	-
FND	40,20	33,87	45,60	45,0	38,80	34,30	4,00	2,19	6,98	14,00	8,40	10,70
FAD	9,36	7,87	11,33	12,0	11,40	10,00	0,59	0,02	1,62	5,00	10,50	2,80
LA	1,69	0,78	2,42				0,26	0,04	0,41	1,00	2,80	0,60
PBFND	17,35	5,98	35,65				0,95	0,20	1,99			
PBFAD	4,39	1,49	8,64				8,71	6,46	11,47			

(♣) n=12; (*) n=3; * Agrónomos. UPM, 1992. 1. NRC, 1988. 2. MAFF, 1990. 3. INRA, 1990.

Hay que indicar que estos subproductos presentan unos valores más bajos en los contenidos en pared celular y FAD que los gluten feed. De los trabajos de Krishnamorthy et al (1982) y de los realizados en el Departamento de Producción Animal de la UPM, se deduce que los Gluten Meal tienen un mayor contenido en PBFAD respecto a la PBFND. Krishnamorthy et al (1982) lo atribuyen a que en el proceso de obtención del Gluten Meal se producen productos de Maillard de bajo peso molecular que pueden ser solubles a pH neutro e insolubles a pH ácido.

Turto de Germen

Estos subproductos presentan (cuadro 3) para el EE valores superiores (7,52% al 11,61%) en los turtos en los que el proceso de extracción de la grasa ha sido a presión frente a la extracción por solvente (1,7%-4,38%).

Hay que indicar que son pocos los trabajos en los que se ha analizado el contenido en almidón si bien se observa una gran variabilidad en este contenido (28,3-53,2%). En trabajos realizados en el Departamento de Producción Animal de la Universidad Politécnica de Madrid se han encontrado correlaciones positivas ($r=0,99$; $P<0,01$) entre el almidón y la degradabilidad proteica, si bien, esta relación tiene poca fiabilidad debido al escaso número de muestras estudiadas ($n=4$).

PROCESADO POR VÍA SECA

El objetivo del procesamiento en seco del maíz es obtener el mayor rendimiento de sémola, la cual está constituida fundamentalmente por el almidón vitreo, con la menor contaminación posible de grasa y almidón harinoso.

La secuencia de operaciones de la molturación del maíz (figura 3) comienza con una limpieza del maíz seguida de una rotura del grano. Los trozos del maíz obtenidos en el desgerminador se pasan por unos tamices y la fracción más pequeña formada basicamente por el almidón harinoso va destinada a la harina zootécnica. En este proceso los granos mal fragmentados son devueltos al desgerminador.

El resto de las fracciones pasan por unas mesas densimétricas donde se separa el germen de maíz (en un 80-90%) de los cortados de maíz (partículas constituidas fundamentalmente por el almidón vitreo y que continúan el proceso). El germen de maíz separado puede utilizarse para la extracción del aceite o bien agregarse a la harina zootécnica.

A las partículas vitreas, que aún pueden tener partículas de germen adheridas, se les añade agua con lo que se favorece la separación de las partículas de germen.

Después de estas operaciones se realiza un proceso de trituración con rodillos que va reduciendo progresivamente el tamaño de las partículas. A continuación se lleva a cabo una serie de tamizados que permiten separar tres tipos de partículas:

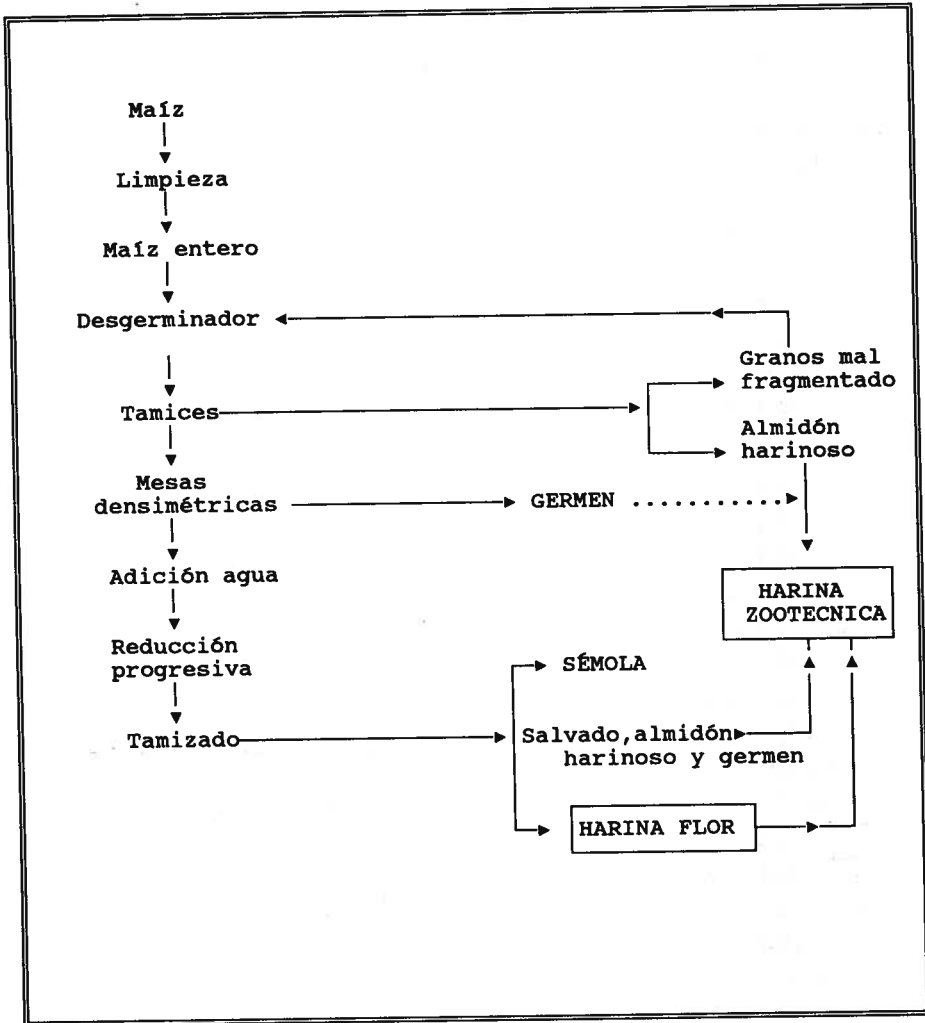
- 1) sémolas, con un tamaño de partícula muy concreto (entre 1200 y 2500 micras)

Cuadro 3. Composición química de los turtos de germen según diversos autores

	Cenizas	PB	EE	Almidón	FND	FAD	LAD	PBFND	PBFAD	Cita
Turtó de Germen*	4,54	18,43	3,83	32,47	38,12	8,85	1,37	30,69	12,23	Agron. UPM, 1992
Turtó de Germen*	5,86	18,90	4,38	28,35	61,91	12,84	3,02	74,00	17,08	Agron. UPM, 1992
Turtó de Germen*	4,80	13,50	1,70		-31,00	8,90	1,20			INRA, 1990
Turtó de Germen*	4,20	22,30	4,10	-						NRC, 1988
Turtó de Germen**	6,07	16,54	11,61	33,43	37,22	8,93	3,95	32,58	12,42	Agron. UPM, 1992
Turtó de Germen**	6,13	17,45	7,52	42,79	29,40	8,93	3,95	33,06	8,93	Agron. UPM, 1992
Turtó de Germen**	4,80	14,60	8,20		-28,50	8,20	1,10			INRA, 1990
Turtó de Germen**	2,50	10,80	8,20	53,20	22,40	6,00	1,60			MAFF, 1990

* Turtó extractado por solvente.; ** Turtó extractado por presión.

Figura 3. Esquema del procesado industrial del grano de maíz por vía seca
(Esteve, 1990).



- 2) mezcla de salvado, almidón harinoso y partículas de germen de pequeño tamaño, que forman parte de la harina zootécnica
- 3) harina flor que esencialmente está formada por partículas de almidón harinoso, muy finas, y que puede comercializarse separadamente (para consumo humano o para fabricación de piensos) o simplemente añadirse a la harina zootécnica.

Por tanto en este procesado, además de la sémola empleada para la fabricación de la cerveza, se obtienen la harina zootécnica y la harina flor que, ya sea separadamente o agrupadas en una sola, se emplean en la industria de alimentación animal.

Composición química

Harinas

En el cuadro 4 pueden observarse diferencias en el contenido en almidón entre las harinas zootécnicas y la harina flor que está formada esencialmente por partículas de almidón harinoso. Las harinas muestran poca variación en el contenido en PB (7,54-11,2%) y son estas materias primas las que presentan los porcentajes proteicos más bajos entre todos los subproductos del maíz. Así mismo, y exceptuando a los gluten meal, también presentan los valores más bajos de contenido en pared celular (3,8 al 19,64%), de FAD (1,9% a 5,1%) y de lignina (0,8-1,68%). Los contenidos medios en PB-FND (10,26%) y PBFAD (2,41%) son relativamente bajos.

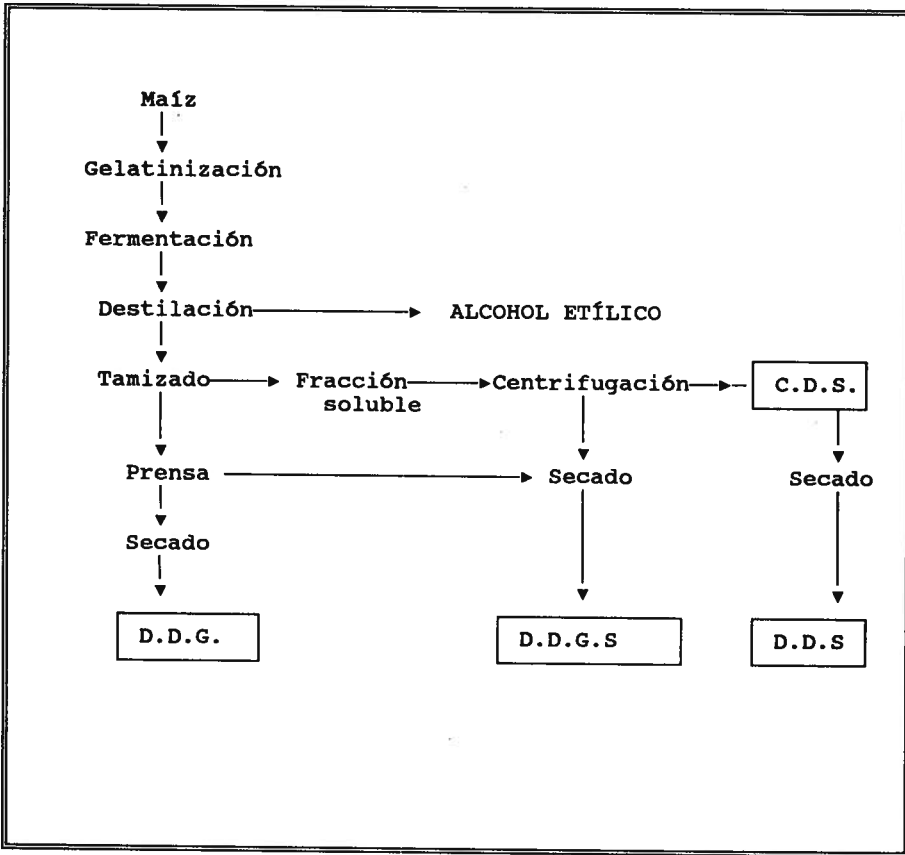
Granos y solubles secos de destilería (DDG y DDS)

En el proceso de fermentación del maíz para producción de alcohol (figura 4), los granos molidos y mezclados con agua se introducen en un digestor para gelatinizar el almidón, transformándose en azúcares más simples. Después se añade levadura y se deja fermentar en un tanque durante un período de tres a cinco días. En este proceso la levadura fermenta los azúcares simples y seguidamente, mediante un proceso de destilación, se separa el alcohol etílico producido durante la fermentación. La masa resultante, que tiene alrededor de 90% de agua procedente del destilador, se filtra, separándose por un lado los granos más gruesos que se pasan por una prensa para eliminar una parte del agua, obteniéndose mediante un secado posterior los granos secos de destilería (DDG). Por otro lado, la fracción que contiene pequeñas partículas de granos, células de levaduras y otros nutrientes solubles, es centrifugada, formándose solubles de destilería condensados (CDS) y que una vez secados constituyen lo que normalmente se conoce con el nombre de solubles secos de destilería (DDS). Los DDG y los DDS a veces se mezclan antes del secado final, obteniéndose los granos secos de destilería con solubles (DDGS).

Cuadro 4. Composición química de las harinas según diversos autores

	Cenizas	PB	EE	Almidón	FND	FAD	LAD	PBFND	PBFAD	Cita
Harina Flor	-	8,50	2,70	80,70	3,80	1,90	0,80			MAPA, 1984
Harina	3,10	11,20	6,70	-	18,10	5,10	0,80			INRA, 1990
Harina Zootécnica	1,73	9,29	5,38	49,84	19,64	3,56	1,68	11,51	2,58	Agrónomos UPM
Harina Zootécnica	0,65	7,54	2,99	42,69	15,02	2,48	1,40	9,02	2,25	Agrónomos UPM

Figura 4. Esquema del procesado de destilación del grano de maíz. (Esteve, 1990).



La composición de los DDG puede variar ampliamente según el proceso seguido en su obtención (Wall et al., 1984). En lo que respecta a las cenizas, su contenido es tanto más elevado cuanto mayor sea la proporción de solubles incorporados en el producto final (Rasco et al., 1987). Así, puede observarse (cuadro 5) como los DDS presentan los contenidos en cenizas más altos (8%) respecto a los DDGS y DDG.

Cuadro 5. Composición química de los subproductos obtenidos por destilación, según diferentes autores

	Cenizas	PB	EE	Almidón	FND	FAD	LAD	PBFND	PBFAD	Cita
DDG	4,60	31,70	10,90	24,20	34,30	21,60	9,20			MAFF, 1990
DDG	2,40	23,00	9,80	-	43,00	17,00	5,00			NRC, 1984
DDGS	6,29	29,36	17,87	4,53	45,94	20,74	9,23	42,43	29,52	Agron. UPM, 1992
DDGS	5,69	29,33	16,27	6,80	40,73	19,13	11,00	30,99	17,25	Agron. UPM, 1992
DDGS	4,24	29,16	15,14	7,75	44,21	19,28	13,10	37,48	27,19	Agron. UPM, 1992
DDGS	4,80	25,0	10,30	-	44,00	18,00	-			NRC, 1984
DDGS	5,00	28,00	9,20	-	42,00	18,00	-			MAFF, 1987
DDS	8,00	27,00	9,00	15,00	29,00	10,00	3,00			MAPA, 1984
DDS	8,20	27,00	9,00	-	-	-	-			Crooker et al, 1978

Todos estos subproductos presentan un contenido proteico relativamente elevado, variable entre 23% y 31,7%. Una parte apreciable del nitrógeno se encuentra ligada a la fibra (Gomes et al., 1989 cit. por Chaveiro, 1990) probablemente en proporción dependiente de la cantidad de solubles en el producto final y del tratamiento térmico sufrido. Los contenidos en lignina de estos subproductos son más elevados, excepto para los solubles secos, que los que presentan los restantes subproductos.

FACTORES QUE AFECTAN A LA DEGRADABILIDAD

La intensidad de la degradación ruminal de la proteína depende de la interacción de múltiples factores. Entre ellos dos son de gran importancia en la degradabilidad de los subproductos derivados de la industria del almidón y destilería: las características fisico-químicas de sus proteínas y el método por el cual los alimentos fueron procesados (Clark et al., 1987).

Una de las características físicas que en mayor medida determina la degradabilidad de los componentes nitrogenados es su solubilidad. Son bastante los trabajos con otros alimentos en los que ha existido una correlación positiva entre la solubilidad de la proteína y su degradación (Wohlt et al, 1973; Alvir et al, 1987; Madsen y Hvelplund, 1987; Sánchez, 1989; Andrés, 1990).

La naturaleza de la proteína de los subproductos del maíz tiene un marcado efecto sobre la degradabilidad ruminal. Los principales grupos de proteína son básicamente cuatro: albúminas, globulinas, prolaminas y glutelinas. Las albúminas y globulinas son de bajo peso molecular y solubles en el líquido ruminal y desafortunadamente, aunque presentan una elevada calidad proteica, son más rápidamente degradadas en el rumen (Clark, et al., 1987).

Por el contrario, las prolaminas y glutelinas son proteínas de alto peso molecular que contienen largas cadenas ligadas con puentes disulfuro y esto hace que sean menos accesibles a los enzimas proteolíticos del rumen (Clark et al. 1987). Por este motivo estas proteínas son relativamente más resistentes a la degradación ruminal (Nugent y Mangan, 1978).

El endospermo del grano de maíz contiene un bajo contenido en albúminas y globulinas y es alto en prolaminas y glutelinas. Además, en la producción del grano seco de destilería (DDG) y del gluten meal, la mayor parte de las albúminas y globulinas son fermentadas o solubilizadas y por ello la proteína de estos subproductos es más insoluble (cuadro 6) e indegradable en el rumen al estar constituida, en su mayor parte, por prolaminas y glutelinas (Clark et al., 1987).

El corn steep, producto líquido del proceso de molturación del maíz por vía húmeda, contiene una fracción mayor de nitrógeno soluble. La mayor o menor adición de

corn steep al salvado (o pulpa blanca) para constituir el gluten feed es probablemente responsable de la gran variabilidad observada en la solubilidad de los gluten feed (cuad. 6).

Cuadro 6. Solubilidad de la PB en saliva artificial de Mc Dougall de los subproductos del maíz. (Dpto. Prod. Animal UPM).

	Desviación			
	Media	estándar	Min.	Max.
Gluten Feed (n=12)	39,33	17,06	18,17	67,20
Gluten Meal (n=3)	4,11	0,25	3,96	4,40
Turtó de Germen (n=4)	17,29	4,34	12,45	22,29
Harina Zootécnica (n=2)	21,58	8,04	15,89	27,26
DDGS (n=3)	12,45	5,85	8,44	19,16
Fatty Maiz (n=1)	27,7			

El alto contenido de la adición de corn steep al salvado es probablemente responsable de la alta degradabilidad de la proteína del gluten feed (Firkins et al., 1984). En este sentido, trabajos realizados en el Departamento de Producción Animal de la Universidad Politécnica de Madrid sobre la degradabilidad proteica de diferentes subproductos del maíz, han dado como conclusiones principales que son los gluten feed (n=12) los que presentan la mayor degradabilidad (74,97%±7,38), seguida de las harinas zootécnicas (n=2) (HZ) 72,67%±5,28, fatty maíz (n=1) (FM) 69,25% y turtos de germen (n=4) (TGM) (62,33%±6,81). Por último los DDGS (n=3) (38,09±17,09) y los gluten meal (n=3) (21,98%±3,40) presentaron las degradabilidades más bajas.

En estos trabajos, al intentar predecir la degradabilidad teórica de los GF a partir de sus características fisico-químicas se encontró una correlación positiva con la solubilidad de la PB ($r=0,758$, $P<0,05$) y negativa con los contenidos en PBFND ($r=-0,9018$; $p<0,001$) y PBFAD ($r=-0,9088$; $p<0,001$), siendo pues lógico que la ecuación de predicción para los Gluten Feed (cuadro 7) explique un porcentaje elevado de la variación en la degradabilidad proteica. Estas relaciones definen claramente el hecho de que a mayor contenido de proteína del alimento ligada tanto a la pared celular como al residuo ligno-celulósico y productos de Maillard menor es la DT.

En el cuadro 7 podemos observar que la predicción de la degradabilidad en casi todos los subproductos se rige siempre con los mismos parámetros (PB-FAD y solubilidad), indicándonos el signo negativo de la PBFAD la incapacidad de la masa

microbiana para atacar este tipo de materias nitrogenadas. Sin embargo este hecho presenta una excepción correspondiente a los gluten meal.

Cuadro 7. Ecuaciones de predicción de la degradabilidad proteica para los diferentes subproductos

Gluten Feed: DT = 86,40 - 1,58 (PBFAD) - 0,28 (PBFND)	$R^2 = 0,86$	n=12
Gluten Feed + Turtos de Germen: DT = 76,25 - 1,44 (PBFAD) + 0,14 (SOL)	$R^2 = 0,87$	n=16
Gluten Feed + Turtos de Germen + Harinas: DT = 74,52 - 1,230 (PBFAD) + 0,16 (SOL)	$R^2 = 0,84$	n=18
Gluten Feed + Turtos + Harinas + Fatty Maíz: DT = 74,52 - 1,33 (PBFAD) + 0,16 (SOL)	$R^2 = 0,84$	n=19
Gluten Feed + Turtos + Harinas + Fatty Maíz + DDGS: DT = 73,96 - 1,31 (PBFAD) + 0,18 (SOL)	$R^2 = 0,94$	n=22
Gluten Feed + Turtos + Harinas + Fatty Maíz + DDGS + Gluten Meal: DT = 114,12 - 1,01 PB - 1,47 (PBFAD) - 0,55 (ALM)	$R^2 = 0,94$	n=25

Todas las ecuaciones resultan significativas a $P < 0,0001$.

En la última ecuación obtenida para el conjunto de todos los subproductos, el parámetro negativo del contenido en PB indica la presencia de los gluten meal, y es evidente este signo puesto que al ser la mayor parte de sus proteínas insolubles existe una difícil accesibilidad de los enzimas proteolíticos microbianos a estos sustratos proteicos. Así mismo, la relación negativa de la DT con el almidón puede atribuirse a que las materias nitrogenadas que sirven de matriz al endospermo amiláceo son fundamentalmente insolubles (Kent, 1987).

BIBLIOGRAFIA

ALVIR, Maria; GONZALEZ, J.; CAJA, G. y GALVEZ, J.F. 1987. Relación entre la solubilidad y la degradación ruminal de la proteína en alimentos concentrados. Investigación Agraria: Prod. y San. Anim, 2: 43-52.

- ANDRES, S.G. 1990. Efecto de las características fisico-químicas de los concentrados proteicos sobre la degradabilidad ruminal de sus materias nitrogenadas. Tesis Doctoral. E.T.S.I.A. UPM. 141 pp.
- CLARK, J.H.; MURPHY, H.R. y CROOKER, B.A. 1987. Supplying the protein needs of dairy cattle from by-product feeds. *J. Dairy Sci.* 70 (5): 1092-1109.
- CHAVEIRO, M. 1990. Utilización de mandioca y subproductos de cereales en alimentación animal. Monografía. VI Curso de especialización materias primas alternativas para la alimentación animal. E.T.S.I.A. U.P.M. 39 pp.
- ESTEVE, A. 1990. Subproductos de los cereales: Producción y control de calidad. Monografía. VI Curso de especialización materias primas alternativas para alimentación animal. E.T.S.I.A. U.P.M. 34 pp.
- FIRKINS, J.L.; BERGER, L.L.; FAHEY, G.C.Jr. y MERCHEN, N.R. 1984. Ruminal nitrogen degradability and escape of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feed. *J. Dairy Sci.* 67 (9): 1936-1944.
- INRA, 1990. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- KENT, N.L. 1987. Tecnología de los cereales. Ed. Acribia. Zaragoza. 221 pp.
- KRISHNAMOORTHY, V.; MUSCATO, T.V.; SNIFFEN, C.J. y VAN SOEST, P.J. 1982. Nitrogen fractions in selected feedstuffs. *J. Dairy Sci.* 65 (2): 217-225.
- MAFF. 1987. Feed composition, UK Tables of Feed Composition and Nutritive value of Ruminants, Chalcombe Publications, Marlow.
- MAFF. 1990. UK Tables of Nutritive Value and Chemical Composition of Feedstuffs. Greenbum Road, Bucksbum, Aberdeen.
- NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press. Washington, D.C.
- NUGENT, J.H.A. y MANGAN, J.L. 1978. Proteolysis of fraction I leaf protein, casein and bovine serum albumin. *Proc. Nutr. Soc.* 37, 48 A.
- RASCO, B.A.; DONG, F.M.; HASHISAKA, A.E.; GAZZAZ, S.S.; DOWNEY, S.E. y SAN BUENAVENTURA, M.L. 1987. Chemical composition of distiller's dried grains with solubles (DDGS) from soft white wheat hard red and corn. *J. Food Sci.* 52: 236-237.
- RIAL, E. 1987. Utilización de suplementos de destilería en alimentación animal. VI Curso de especialización materias primas alternativas para alimentación animal. E.T.S.I.A. U.P.M.
- SANCHEZ, L. 1989. Estudio del valor nutritivo para rumiantes de las harinas de girasol. Tesis Doctoral. E.T.S.I.A. U.P.M. 155 pp.

- WALL, J.S.; WU, Y.V.; KWOLEK, W.F.; BOOK WALTER, G.N.; WARNER, K. 1984. Corns distiller's grains and other by products of alcohol production in blended foods. I. Compositional and nutritional studies. *Cereal Chemistry* 61: 504-509.
- WOHLT, J.E.; SNIFFEN, C.J. y HOOVER, W.H. 1973. Measurement of protein solubility common feedstuffs. *J. Dairy Sci.* 56: 1052.

P o n e n c i a X I I
VALORACION Y USO DE GRASAS
EN LA ALIMENTACION DE RUMIANTES

GERARDO CAJA *)

VALORACIÓN Y USO DE GRASAS EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

Gerardo Caja.

Producción Animal. Universidad Autónoma de Barcelona. 08193 Bellaterra, Barcelona.

El término grasa es utilizado de una forma general en alimentación animal para referirse a diferentes tipos de suplementos lipídicos de naturaleza química variada. Los de mayor interés corresponden a triglicéridos, como los aceites y verdaderas grasas (vegetales o animales), ácidos grasos (AG) libres y a jabones insolubles, todos ellos de variada composición o perfil de AG y valor nutritivo. En la actualidad su empleo tiende a generalizarse por diferentes razones técnicas y económicas.

La digestión y metabolismo de los lípidos en los rumiantes presenta notables diferencias con los monogástricos, entre las que destacan la casi completa bio-hidrogenación ruminal de los AG insaturados, la saponificación parcial de los AG libres en el rumen e intestino, la absorción y desaturación parcial en la mucosa intestinal y el transporte de los AG mediante la formación de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). En este proceso resultan fundamentales, además de la naturaleza del lípido y su perfil en AG, la disponibilidad de sales biliares y lipasa pancreática.

Como resultado el valor nutritivo, y en especial el valor energético, de un suplemento lipídico se ve notablemente condicionado por su naturaleza, digestibilidad y forma de presentación en la ración. En ocasiones otros componentes de la ración resultan fundamentales, como es el caso de la proteína, algunos minerales y vitaminas.

Los lípidos interfieren en el funcionamiento ruminal de forma directa, reduciendo la digestibilidad de la fibra y aumentando la producción de propionato, o indirecta, reduciendo el aporte de materia orgánica fermentable en el rumen y la síntesis consiguiente de proteína microbiana, entre otros aspectos. Por estas razones son preferibles lípidos protegidos y realizar un aporte complementario de proteína no degradable.

Los efectos esperados por la inclusión de lípidos en las raciones de rumiantes se ven condicionados por la propia especie y por la situación fisiológica y balance energético en que se encuentren los animales. La suplementación con lípidos no tiene un efecto directo sobre el déficit energético durante la lactación, por lo que no reduce sistemáticamente la pérdida de peso. Su principal efecto se ejerce sobre el nivel de AG no esterificados en el plasma, por lo que desencadenan un complejo mecanismo hormonal y metabólico que todavía no es bien conocido y que altera la composición en AG de los productos producidos. Otros efectos sobre la composición de los productos animales parecen tener relación con el flujo de nutrientes hacia el órgano, que con los lípidos tiende a disminuir en su velocidad.

En la práctica los principales efectos positivos de los lípidos son la elevación de la producción de leche, en vacuno y caprino, y del contenido y producción total de grasa en el

ovino. Entre los efectos negativos el más importante es una posible reducción de la ingestión de materia seca y de la proteína de la leche

La optimización de su empleo en las raciones de rumiantes, hasta alcanzar valores del 9-12% de la ración, debe contemplar los aportes de lípidos en los alimentos de la convencionales (1/3) y la suplementación con lípidos en su estado natural (1/3) o protegidos (1/3).

Coloquio
VALORACION Y UTILIZACION
DE SUBPRODUCTOS (II)

VALORACIÓN Y UTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS. (III)

Disponibilidad del nitrógeno ligado a la fibra y digestibilidad en intestino delgado de la proteína no degradable en rumen.

Según el cálculo que realiza el ARC (1980) una reducción de 5 puntos en la degradabilidad porcentual de una proteína en el rumen podría suponer un punto de disponibilidad adicional de la proteína de la dieta.

Sin embargo, utilizando la técnica de los sacos móviles, se ha comprobado que, aun con una composición muy parecida en AAs de proteínas indegradables de distintos alimentos, sus digestibilidades en intestino delgado eran muy diferentes.

Dentro de los estudios realizados sobre los subproductos de maíz en la UPM, se obtuvo una relación inversa muy significativa entre degradabilidad en el rumen y digestibilidad en el intestino. Se plantea, en este sentido, si el nitrógeno ligado a la fibra ácido detergente sería digestible en el intestino delgado, ya que hay sistemas, como el americano, que introducen este concepto directamente como nitrógeno indigestible.

De estos mismos trabajos, y de los realizados por este mismo equipo sobre harina de girasol, parece deducirse que el nitrógeno ligado a la fibra neutro detergente puede ser en gran parte degradable por los microorganismos del rumen, pero no sería digestible en el intestino delgado.

En relación al nitrógeno ligado a la fibra ácido detergente la opinión de Van Soest es que no es aprovechable. Sin embargo, en numerosos trabajos se observan desapariciones de un nitrógeno que, en parte, parece estar ligado a esa fracción. En el sistema británico la determinación de la digestibilidad está basada en la determinación del N.ADF como nitrógeno indigestible, pero admiten que el presente en dicha fracción formado como consecuencia de reacciones de Maillard, es en buena parte degradable.

Hay incluso autores que han observado desaparición de nitrógeno asociado a la lignina en alimentos como la alfalfa en verde o el silo de alfalfa, donde no se supone que se haya formado este tipo de nitrógeno artificial.

Cabe realizar la hipótesis de que con el valor de N.NDF se encuentren asociados niveles de proteína que, sin estar presentes en estas fracciones, pueden haber sufrido un proceso de insolubilización y queden disponibles para ser absorbidas a nivel del intestino delgado. En todo caso, este es un tema en el que hace falta más información.

Características de la ración en los ensayos de la degradabilidad.

Siguiendo las recomendaciones francesas, se utiliza una dieta con un 1/3 de concentrado y 2/3 de forraje. El forraje es un heno de pradera con 2 gramíneas y 2 leguminosas y en el concentrado se introduce la mayor variedad posible de alimentos. Se incorpora a un nivel de 40 g MS/0,75Kg.

Se plantea el efecto que pudiera tener sobre los estudios de degradabilidad realizados con subproductos del maíz el que la ración fuera muy distinta, por ejemplo, en pastoreo. Se admite que pudiera haber habido variaciones de pequeño orden de magnitud, pero parece haber un acuerdo, no total, de que la escala de degradación se correría de forma paralela.

En el caso de utilizar raciones que afectaran al tipo de fermentación característico de la muestra colocada en la bolsa (ej: ensilados, que producen densidades microbianas inferiores; cereales, que afectan a la población microbiana celulolítica...) el resultado podría ser muy distinto.

Efecto de las grasas a nivel ruminal

La presencia de un exceso de grasas no protegidas a nivel ruminal va a dar lugar a un descenso de la producción de leche. Este descenso está motivado, a partes iguales, por la reducción en la ingestión de alimentos y por el efecto a nivel de la actividad microbiana ruminal.

En el rumen, todo tipo de grasas y, en especial, los aceites y grasas vegetales, recubren las partículas de fibra, impidiendo de esa forma que actúen los exoenzimas microbianos. Ello provoca una reducción de su digestibilidad. Por otra parte, algunos de los productos de saturación de los ácidos grasos insaturados pueden resultar tóxicos para los microorganismos. A su vez, a mayor nivel de ácidos grasos insaturados, mayor necesidad de calcio en la ración. Un déficit de este puede afectar al funcionamiento ruminal. La saturación de estos ácidos y el metabolismo que genera, con la aparición de radicales libres, lleva consigo un consumo de vitaminas A y E... Todo ello y otras cuestiones aun no conocidas intervienen en la reducción de la producción de leche.

Niveles de grasa que afectan a la actividad ruminal

Se plantea si se conoce qué niveles de grasa, medidos a nivel del líquido ruminal, pueden resultar tóxicos, con la idea de poder estudiar una posible inhibición similar a nivel del intestino grueso. A este respecto se señala la existencia de trabajos realizados en la Universidad de Minnesota y en el INRA de Theix, por Doreau, sin poder precisar cifras.

Se comentan trabajos realizados con romero (*Salvia officinalis* L.) con un 7% de grasa, en los que se apreciaba reducción de la fermentación, en fermentadores de flujo continuo, a nivel "in vitro" e "in sacco", con corderos y caprinos, pero no con vacunos. Un trabajo paralelo con *Ulex parviflorus*, con un 3% de grasa, no provocó ningún efecto depresivo. Se señala que, a nivel "in vivo", hay casos de inhibición con un 6% y 5,5%, aunque no es posible fijar unas condiciones límites precisas.

Efecto de la grasa sobre el nivel de proteína en la leche

En explotaciones de vacuno lechero que utilizan grasas protegidas, en Asturias, se observa la típica bajada del nivel de proteína en la leche y se plantea si bastaría con atender al nivel de proteína y de energía a fermentable, dada la baja relación de esta frente al nitrógeno en los forrajes de la región, para evitar dicho descenso en proteína.

Hay un primer efecto, que está cuantificado, y que señala que por cada kg. de materia orgánica que deja de fermentar en el rumen, disminuye en unos 180g la cantidad de proteína microbiana, que habría que añadir como proteína no degradable, de similar calidad, para evitar el descenso.

Sin embargo, existen otros factores, ya que ni aportando caseína o AAs en diferentes partes del cuerpo (INRA de Rennes) se lograba paliar la reducción del nivel de proteína.

Una posible explicación del fenómeno, obtenida en la Universidad de París, está en la disminución del ritmo de paso de la sangre por la ubre (7 a 10%) al utilizar grasas. El nivel de grasa no se afecta porque hay mayor concentración, pero la cantidad total de caseína disminuye. La hormona del crecimiento acelera el ritmo circulatorio. Algunas prácticas de manejo, como la distribución frecuente de alimentos, parecen estar indicadas. A su vez, se ha visto que el nivel de grasas afecta a las prostaglandinas y estas controlan también el ritmo respiratorio.

El tema no ha hecho más que empezar, aunque esta podría ser una causa clara en la disminución de las proteínas. Evitarlo del todo no se puede, pero corrigiendo las proteínas de la ración y cuidando alguno de estos factores, por los menos, se puede paliar en parte.

Interés del uso de grasas protegidas ante esta bajada en proteína.

La bajada en la ingesta, la necesidad de utilizar proteína no degradable adicional, que es cara, la reducción de la degradación de la fibra... ¿hasta que punto aconsejan la utilización de las grasas protegidas.?

Hay casos, como el presentado en Zaragoza sobre la reducción del nivel de grasa, en la leche producida por vacas lecheras, en Andalucía, motivado en parte por el estrés térmico, en los que su uso en los concentrados resulta casi obligado.

A nivel de producción de quesos madurados, no hay ninguno que madure bien si tenga menos de un 40% de materia grasa. Nos estamos encontrando con que la selección de ovejas está reduciendo los niveles de grasa, ya de por sí bajos, posiblemente facilitadas por las dificultades de ordeño de nuestros animales. A su vez, prácticas como el ordeño a media leche, hacen que el cordero consuma gran parte de la grasa, con lo que se están obteniendo leches con un 5,5% y hasta un 4% de grasa, que no son aptas en absoluto para hacer quesos de los tipos nacionales. En estos casos también sería obligada la utilización de grasas protegidas.

Ponencia XIII
VALOR NUTRITIVO DE LA HARINA DE CARNE,
SALVADO DE TRIGO Y HARINA DE GIRASOL
PARA LA ALIMENTACION DE AVES

L. D. SAN JUAN (*)
M. J. VILLAMIDE (*)
C. DE BLAS (*)

**VALOR NUTRITIVO DE LA HARINA DE CARNE, SALVADO DE TRIGO Y
HARINA DE GIRASOL PARA LA ALIMENTACION DE AVES**

L.D. San Juan, María J. Villamide y C. de Blas

Departamento de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica, 28040 Madrid

INTRODUCCION

La formulación de piensos para la avicultura en España ha cambiado radicalmente en los últimos años. Un pienso típico para aves contiene actualmente del orden de 10 materias primas en vez de las 3-4 que se utilizaban anteriormente, habiéndose diversificado además el origen de las mismas.

Como consecuencia, el control de calidad de los ingredientes de los piensos compuestos ha pasado a ser un aspecto fundamental del proceso de fabricación, incluyendo la utilización de técnicas de microscopía y técnicas rápidas de análisis. Existe todavía, no obstante, falta de información sobre las relaciones entre los valores obtenidos en el laboratorio y los utilizados en la formulación (energía metabolizable o aminoácidos digestibles, por ejemplo). Esto es especialmente cierto para las materias primas de origen nacional, donde además se une una notable dispersión de los fabricantes y una considerable variabilidad entre diferentes partidas de un mismo producto.

El objetivo de los trabajos aquí presentados ha sido estudiar la variabilidad del valor nutritivo (especialmente del valor energético) y su predicción a partir de técnicas simples, de 3 ingredientes de piensos de aves producidos en España, como son la harina de carne, el salvado de trigo y la harina de girasol. Por otra parte, se ha hecho énfasis en aspectos metodológicos, al tratarse de materias primas poco estudiadas que, por su particular composición química, podrían exigir modificaciones en las técnicas standard utilizadas habitualmente.

HARINA DE CARNE

El interés nutricional de incluir harinas de carne en piensos de aves radica en que son buenas fuentes proteicas, con una alta relación calidad/precio, y elevados contenidos en lisina, calcio, fósforo, vitamina B₁₂ y selenio.

Entre los principales inconvenientes para su utilización se encuentran su baja apetecibilidad, el riesgo de contaminación microbiana y de enranciamiento de la grasa, y la considerable variabilidad de su composición química. En este sentido, en el cuadro I se presentan resultados de COREN SCL obtenidos sobre 36 muestras de harina de carne de origen nacional procedentes de 9 proveedores. Las principales causas de variabilidad son: i) la propia heterogeneidad del producto inicial, ii) la comercialización de mezclas de carne de distintas especies animales y iii) la utilización de diferentes procesos de

extracción de grasa. La mayor parte de los productores españoles extraen la grasa por presión, por lo que el contenido medio en extracto etéreo es relativamente elevado, similar al de EEUU, pero inferior al de Francia, donde la grasa se extrae con disolventes orgánicos.

CUADRO 1. VARIABILIDAD DE LA COMPOSICION QUIMICA DE 36 MUESTRAS DE HARINAS DE CARNE (% materia seca)

Variable	Media	Mínimo	Máximo	CV (%)
Proteína	54,1	45,8	63,8	8,5
Grasa	13,7	9,7	17,8	15,8
Cenizas	29,8	18,7	35,4	13,2
Lisina	3,31	2,70	4,33	9,0
Metionina	0,38	0,07	0,66	47,6
Cistina	0,50	0,30	1,04	24,5
Treonina	1,27	0,98	1,57	13,1
Leucina	2,00	1,45	2,33	8,9

CUADRO 2. COMPOSICION DE LAS MUESTRAS DE HARINA DE CARNE ESTUDIADAS (% materia seca)

Muestra	Proteína Bruta	Extracto etéreo	Cenizas	Acido linoleico	Energía bruta ¹
1	59,4	12,2	26,3	10,6	4,37
2	51,3	13,2	32,8	1,4	4,05
3	51,3	17,0	30,4	4,9	4,36
4	54,0	17,2	27,8	2,1	4,43
5	56,0	15,7	24,1	0,7	4,57
6	54,1	13,7	25,6	6,2	4,40
7	45,8	13,5	39,9	-	3,58
8	54,2	13,7	29,6	1,9	4,23

(1) kcal/g materia seca

A partir de este material se escogió una población de 8 muestras, cuyo rango de composición química se muestra en el cuadro 2, sobre la que se determinó su contenido tanto en EM verdadera (EMV_n , método de Sibbald, 1986), como en EM aparente corregidas en nitrógeno (EMA_n , método de referencia europeo de Fisher, 1987); en este segundo caso se trabajó a 4 niveles de sustitución de la ración basal que incluyen el rango práctico de utilización de este ingrediente (6, 12, 18 y 24%), dado que en un trabajo previo (Martosiswoyo y Jensen, 1988) se había observado en dos harinas de carne una relación inversa entre la EMA_n y el nivel de inclusión, a niveles altos de sustitución (20 y 40%).

Los valores obtenidos para EMV_n en las muestras 1-8 fueron (Dolz y de Blas, 1992): 2.73, 2.61, 2.94, 3.02, 2.94, 2.65, 2.36 y 2.71 kcal/g MS (SE = ± .05). Los valores de EMA_n para las diferentes muestras y niveles de sustitución se presentan en el cuadro 3.

CUADRO 3. INFLUENCIA DEL NIVEL DE SUSTITUCION SOBRE LA EMA_n (kcal/g MS) DE 8 MUESTRAS DE HARINAS DE CARNE (Dolz y de Blas, 1992)

Muestra	Nivel de sustitución				Signific.
	6	12	18	24	
1	2,42 ±,28 ^a	2,50 ±,16 ^a	2,63 ±,14 ^a	2,72 ±,08 ^a	NS
2	2,85 ±,20 ^a	2,68 ±,20 ^a	2,59 ±,11 ^a	2,60 ±,10 ^a	NS
3	3,19 ±,20 ^a	2,77 ±,21 ^a	2,78 ±,05 ^a	2,83 ±,04 ^a	NS
4	3,87 ±,29 ^a	3,49 ±,14 ^{a,b}	3,03 ±,11 ^b	3,21 ±,02 ^b	*
5	2,87 ±,22 ^a	3,24 ±,16 ^a	2,89 ±,08 ^a	2,96 ±,05 ^a	NS
6	2,43 ±,22 ^a	2,26 ±,14 ^a	2,44 ±,10 ^a	2,68 ±,10 ^a	NS
7	3,04 ±,18 ^a	2,61 ±,08 ^b	2,42 ±,05 ^b	2,40 ±,04 ^b	*
8	2,64 ±,18 ^a	2,54 ±,13 ^a	2,60 ±,05 ^a	2,62 ±,04 ^a	NS

a,b Medias en la misma fila con diferentes superíndices difieren significativamente (P<.05); NS: P>.05; *: P<.05

Los resultados obtenidos muestran que no hubo globalmente efecto significativo del nivel de inclusión sobre la EMA_n de las harinas de carne. Tampoco hubo diferencias significativas cuando los valores de EMA_n se estimaron por regresión (extrapolación al 100%) o por diferencia al nivel de sustitución del 24%, ni entre los valores absolutos de EMA_n y EMV_n que fueron, como media de las 8 muestras, 2.70 y 2.75 kcal/kg MS, respectivamente.

En el cuadro 4 se muestran los resultados de un análisis de regresión stepwise entre los valores de EMA_n y EMV_n determinados y diferentes parámetros de composición química obtenidos en el laboratorio. La variable individual mejor relacionada fue en ambos casos la energía bruta de las muestras que explicó el 89 y 74% de la variabilidad, respectivamente. Las mejores estimaciones se obtuvieron utilizando dos parámetros más (proteína bruta y extracto etéreo) que explicaron un 96% y un 98% de la variabilidad.

SALVADO DE TRIGO

El salvado de trigo es un subproducto de molinería, que se obtiene por separación de la harina de trigo mediante un proceso de cernido. Supone de un 20 a un 30% del peso del grano y está formado por las capas de aleurona, pericarpio, testa, germen y parte del endospermo adherido.

La composición química del salvado de trigo es muy variable ya que depende del trigo de origen (variedad, condiciones de cultivo, grado de madurez, condiciones de almacenamiento, etc), del acondicionamiento del grano antes de la molienda, del sistema de molido, y sobre todo, del tipo de harina que se produce, ya que cuanto más baja sea la tasa de extracción de la harina, más endospermo pasa al salvado.

En el cuadro nº 5 se muestran los datos medios, extremos y el coeficiente de variación (CV) de la composición química de 78 muestras de salvado de trigo procedentes de 11 proveedores suministradas por COREN S.C.L. Como se puede observar, la variabilidad es muy alta (8 - 18% de CV) en el conjunto de los datos, si bien ésta disminuye cuando se calcula para cada proveedor, siendo, por ejemplo, la media de los coeficientes de variación del almidón 8,26%. En general las tasas de extracción de harina en España son bajas, lo que origina que el contenido en almidón sea más elevado en comparación con los datos de las tablas confeccionadas en otros países (INRA, 1984; NRC, 1984; MAFF, 1990). En realidad la media de los salvados españoles se corresponde mejor con lo que en dichas tablas figura como segundas.

CUADRO 4. ESTIMACION DE EMA_n Y EMV_n (kcal/kg MS) DE HARINAS DE CARNE A PARTIR DE SU COMPOSICION QUIMICA (METODO STEPWISE, BASE MATERIA SECA) (Dolz y de Blas, 1992)

Paso	a (*)	b^1	b^2	b^3	R ²	Signific.
1	$EMA_n =$ -239 ± 4252	+ .689 EB ± .100			.888	***
2	$EMA_n =$ -357 ± 343	+ .661 EB ± .087	+30.9 EE ± 14.6		.940	***
3	$EMA_n =$ -789 ± 344	+ .198 EB ± .215	+66.8 EE ± 21.1	+31.4 PB ± 15.5	.971	***
4	$EMA_n =$ -910 ± 313	+83.6 EE ± 10.3	+44.8 PB ± 4.87		.965	***
5	$EMA_n =$ +328 ± 589	+76.2 EE ± 8.24	+30.4 PB ± 7.26	-39.6 Ca ± 17.3	.984	***
1	$EMV_n =$ -208 ± 623	+ .597 EB ± .146			.735	**
2	$EMV_n =$ -6815 ± 1642	1.74 EB ± .272	-73.4 CEN ± 16.8		.945	***
3	$EMV_n =$ -491 ± 348	+96.5 EE ± 12.9	+34.4 PB ± 5.40		.978	***

* a , b_1 , b_2 , y b_3 = estimaciones de los coeficientes de la regresión lineal; EB = energía bruta (kcal/kg); CEN = cenizas (%); PB = proteína bruta (%); EE = extracto etéreo (%); R² = coeficiente de determinación; *** = P<.001, ** = P<.01

2 Error standard de la estimación

CUADRO 5.- VARIABILIDAD DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE 78 MUESTRAS DE SALVADO DE TRIGO (% materia seca)

Variable	Media	Mínimo	Máximo	CV (%)
FB	10,0	7,0	13,0	11,2
Almidón	25,7	15,5	36,4	15,7
Proteína Bruta	15,2	12,8	17,7	8,3
Cenizas	5,0	2,3	6,9	17,6

CUADRO 6.- COMPOSICIÓN DE LAS MUESTRAS DE SALVADO DE TRIGO ESTUDIADAS (% materia seca)

	Cenizas	Proteína bruta	Fibra bruta	FND	ADF	Energía bruta
1	5,01	14,8	10,0	41,7	12,4	4,56
2	4,92	14,5	11,7	41,9	12,8	4,49
3	4,91	17,2	9,23	40,0	11,4	4,53
4	4,36	16,2	10,9	45,9	11,8	4,60
5	3,66	15,5	8,62	36,3	9,92	4,61
6	4,01	15,3	7,77	32,8	8,09	4,57
7	6,03	16,0	12,0	51,6	14,6	4,53
8	7,06	15,6	13,1	51,2	13,8	4,56
9	5,48	14,8	9,87	37,0	10,9	4,56
10	6,36	13,5	11,8	56,5	14,3	4,49

La fibra representa alrededor de un 70% de los hidratos de carbono totales del salvado de trigo, correspondiendo la parte más importante de esta porción a la hemicelulosa, que supone del 26 al 35 %, seguida por la celulosa del 10 al 14% y por la lignina del 2,5 al 5,5% (Mongeau y Brassard, 1982). Este elevado contenido en fibra insoluble le confiere una alta capacidad para absorber agua u otros líquidos, del orden de 6,5 cm³/g de fibra; (Van Soest, 1978).

El contenido en proteína bruta y su calidad están influidos por la calidad del trigo y por la proporción de aleurona, ya que esta proteína es muy diferente de la del endospermo. La mayor parte de la proteína del salvado incluye albúmina, globulina y gliadina; la cantidad de glutelina es despreciable, aunque proporcional a la cantidad de endospermo incluido. Comparado con el grano de trigo, el salvado tiene dos veces más lisina; aproximadamente igual contenido en treonina y menos aminoácidos azufrados (Bartnik y Jakubczyk, 1989).

El salvado es una buena fuente de ácido linoleico, que representa el 60% de la grasa total (aproximadamente un 4%) y cuya disponibilidad es elevada, al no formar complejos con ningún otro componente.

El salvado es también una buena fuente de minerales: el 80% de los minerales del grano de trigo se concentran en la aleurona y pericarpio, sin embargo, y al igual que en los otros componentes, hay grandes diferencias tanto en el contenido en cenizas como en los distintos minerales, especialmente microelementos. El contenido en fósforo varía de 0,6 a 1,6% si bien del 44 al 62% es fósforo fitico. Igualmente el salvado es rico en vitaminas, sobre todo del grupo B (Bartnik y Jakubczyk, 1989).

Por otra parte, el valor nutritivo del salvado depende también de sus propiedades físicas tales como tamaño de partícula, densidad, capacidad de absorción de agua, etc, que influyen en el proceso de la digestión y del contenido en factores antinutritivos. Dentro de estos, los más importantes son los fitatos, ya que la formación de sales insolubles con determinados cationes impide la absorción de ambos elementos en el tracto intestinal. También se ha detectado la presencia de otros factores antinutritivos como el alquilresorcinol e inhibidores tripsicos (Bartnik y Jakubczyk, 1989).

El salvado es además un alimento de alta disponibilidad, con buenas características tecnológicas para la granulación. Ello unido a su aceptable contenido en nutrientes puede hacer interesante su inclusión en dietas de aves. Sin embargo el valor energético que figura en las tablas no es aplicable para los salvados nacionales.

Para estudiar dicho valor, se tomó una población de 10 muestras, representativas del mercado nacional, cuya composición química aparece en el cuadro 6, sobre las que se determinó el contenido en EMAn (Método de referencia europeo, Fisher, 1987) y en EMVn (Sibbald, 1986).

Para la determinación de la EMAn se utilizaron 3 niveles de sustitución (15, 30 y

45%) de la ración basal en 4 muestras; tras comprobar la falta de interacción entre el nivel de sustitución y el valor energético, se utilizó en las demás muestras el nivel de sustitución más alto (45%) para disminuir los errores de la determinación. En el cuadro 7 se muestran los valores de EMAn Y EMVn obtenidos para las distintas muestras. Como media la EMAn fue 111 kcal más elevada que la EMVn, variando las diferencias entre -19,9 y 243,5 kcal/kg MS, si bien, la correlación entre ambos valores fue muy elevada (r 0,932). La precisión en la determinación del valor energético es mayor para la EMAn, ya que sus errores standard son considerablemente más bajos. Así los coeficientes de variación medios para la EMAn y EMVn fueron de 5 y 14 %, respectivamente.

CUADRO 7.- ENERGIA METABOLIZABLE APARENTE (EMAn) Y VERDADERA (EMVn) CORREGIDAS EN NITRÓGENO DE LOS SALVADOS DE TRIGO EVALUADOS (Kcal/Kg MS)

Muestra	EMAn	EMVn	Signif.
1	2408,4 ± 57,7	2327,1 ± 110,8	*
2	2258,5 ± 45,5	2099,3 ± 84,0	**
3	2505,7 ± 82,8	2262,2 ± 161,0	**
4	2196,8 ± 47,1	2169,4 ± 132,7	NS
5	2531,2 ± 50,4	2551,1 ± 122,2	NS
6	2843,5 ± 32,2	2736,2 ± 167,7	NS
7	1830,4 ± 48,7	1743,4 ± 159,1	NS
8	1994,0 ± 35,7	1870,7 ± 169,9	NS
9	2348,0 ± 38,7	2239,9 ± 81,3	**
10	<u>2109,7 ± 34,3</u>	<u>1961,0 ± 72,4</u>	**
	2302,6 ^A	2191,5 ^B	*

En el cuadro 8 se muestran los resultados del análisis de regresión paso a paso entre los valores de EMAn y EMVn y la composición química de las muestras. La variable mejor relacionada con la concentración energética fue, en ambos casos, la FAD, que explicó el 86% de la variación de la EMAn y el 92% de la EMVn. Todas las medidas de la fibra tuvieron una alta correlación con el valor energético (-0,926 FB; -0,927 FAD; -0,875 FND con la EMAn y -0,936 FB; -0,958 FAD; -0,897 FND con la EMVn) lo que

coincide con otros datos de la bibliografía (Carré et al, 1984; Jansen y Carré, 1989; Jansen et al 1987). Comparando los valores obtenidos con la ecuación propuesta por Jansen y Carré (1989) para los salvados de trigo con los obtenidos empleando la ecuación calculada en este trabajo para la FB, se obtienen valores más elevados (125 a 210 Kcal/Kg) con nuestra ecuación para el rango de FB en el que se encuentran los salvados de trigo españoles. Esto se podría achacar al mayor contenido en almidón de nuestros salvados, ya que, contrariamente a lo que se cree, la correlación FB-almidón no es muy elevada (-0,44).

Por otra parte, la sensibilidad de la EMVn para observar diferencias entre los distintos tipos de salvado fue mayor que la de la EMAn, y de hecho se correlacionó mejor con los parámetros químicos.

La elevada correlación del valor energético con la fibra parece coincidir con la hipótesis citada en la literatura acerca de que la mayoría de los nutrientes del salvado están atrapados por la celulosa y hemicelulosa en las células de la aleurona, que al no poder ser descompuestas por los enzimas de los no rumiantes no pueden ser disponibles; de ahí la baja correlación con la proteína bruta encontrada en nuestro trabajo (0,082 y 0,090 con la EMAn y la EMVn respectivamente) y la baja digestibilidad de la proteína bruta señalada por diversos autores (44% Nahm y Carlson, 1985; 62% Barnik y Jakubczyk, 1989; 62,5% Kuzmicky et al, 1978; 73% Jansen et al, 1987; 76% Yamazaki y Kamata, 1986).

CUADRO 8.- ESTIMACIÓN DE LA EMAn Y EMVn (Kcal/Kg MS) DE LOS SALVADOS DE TRIGO, A PARTIR DE SU COMPOSICIÓN QUÍMICA. (Método Stepwise, base materia seca)

Paso		a	b ₁	b ₂	R ²	Signif.
1	EMAn =	3898.1 ±231.5	-132,9 FAD ±19,0		0,859	***
2	EMAn =	13201.4 ±4697,0	-155,7 FAD ±19,9	1,984 EB ±1,00	0,910	***
1	EMVn =	3932,0 ±181,0	-145,0 FAD ±14,9		0,922	***

* a, b₁ y b₂ = estimaciones de los coeficientes de la regresión lineal.

EB = energía bruta (Kcal/g); FAD = Fibra ácido detergente;

R² = coeficiente de determinación; *** = P < 0,001.

En los últimos años hay un interés creciente en introducir enzimas en las dietas de los animales para mejorar el valor nutritivo y obtener un efecto beneficioso sobre el medio ambiente. De ahí que en un trabajo posterior se haya estudiado el efecto de la adición de enzimas sobre el valor energético y la digestibilidad de la fibra del salvado. Para ello se utilizaron dos muestras de salvado (Salvado 11 con 17,5 %PB; 9,6% FB; 38,5% FND, 11,4% FAD y 27,1% hemicelulosas y el Salvado 12 con 16,7% PB; 12% FB; 42,5% FND, 13,1 % FAD y 29,4% hemicelulosas) a los que se añadió un complejo enzimático (AVYZIME TXHX) que contenía α -amilasa, xilanasas y β -glucanasas a una dosis de 0,1%. Además se estudió el efecto de una predigestión en la cual se mantenía el salvado durante 24 h a 38°C y con 30% de humedad. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 9.

CUADRO 9.- EFECTO DE LA ADICIÓN DE ENZIMAS SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DEL SALVADO DE TRIGO

	Salvado 11		Salvado 12	
	EMAN	CD Hemic.	EMAN	CD Hemic.
Sin enzima	1944,5 ^A	35,26 ^A	1821,4 ^A	37,66 ^A
	± 61,2	± 3,79	79,1	± 1,84
Con enzima	1961,5 ^A	39,57 ^B	1970,5 ^B	42,03 ^B
	± 66,3	± 1,86	± 89,0	± 3,53
Con enzima +	2316,0 ^B	39,42 ^B	2040,8 ^B	38,72 ^A
+ predigestión	± 71,1	± 4,21	± 93,7	± 3,79

Como se puede observar, al añadir enzima aumentó significativamente (8%) el valor energético del salvado con mayor contenido en fibra, pero sin embargo no hubo diferencias en el salvado 11 (menos de un 1%). Sin embargo con la predigestión se hicieron más patentes las diferencias entre la calidad de los salvados aumentando significativamente (15%) el valor energético para el salvado 11 y dado que no varía la digestibilidad de las hemicelulosas, este aumento puede ser debido al efecto de la α -amilasa. Sin embargo, con el salvado 12 no hay diferencias entre la adición de enzimas con o sin predigestión, disminuyendo además la digestibilidad de las hemicelulosas. En un trabajo realizado por Nahm y Carslon (1985) con dietas de pollos incluyendo salvado al 20%, al añadir un complejo enzimático con alto contenido en celulasas se observó un aumento del 3% en el CDMS y de un 13% en el CD de las hemicelulosas. Kuzmicky et al

(1978) obtuvieron un incremento del 25% en el valor energético y de un 30% en la digestibilidad de la proteína in vitro al añadir un compuesto enzimático con predigestión a un salvado con un 13% de FB. En otros trabajos realizados añadiendo enzimas a dietas con contenidos en cebada del 25% el aumento fue de un 4% tanto para la EMAn como para la EMVn (Rotter et al 1990).

Los trabajos aquí presentados, suponen un paso más en el estudio del valor nutritivo de un alimento que requiere mayor atención, particularmente en lo que respecta al contenido en los componentes de la fibra y en sus relaciones con la digestibilidad de otros nutrientes como la proteína bruta o el fósforo.

HARINA DE GIRASOL

La disponibilidad actual de las harinas de girasol en el mercado nacional, así como su precio competitivo, han elevado el interés del empleo de esta materia prima en alimentación animal. Su uso, consideradas como fuentes de proteína, con un contenido aceptable de metionina, puede ser, si no excluyente, si complementario al empleo de harina de soja, mayoritario en los piensos compuestos de aves.

Por contra, su elevado contenido en fibra, altamente lignificada, y su reducido nivel de lisina provocan que su porcentaje de inclusión en los piensos no pueda ser elevado (especialmente en pollos de engorde), desplazando así en un reducido porcentaje a otras fuentes proteicas.

Otro inconveniente para su utilización es la variabilidad de su composición química, pudiéndose, en parte, reducir con el conocimiento del proceso industrial seguido por los proveedores y con un control rutinario del producto por estos ofrecido. En el cuadro nº 10, se presentan datos representativos de la composición química de varias harinas de girasol de origen nacional, correspondientes al año 1993 (información proporcionada por COREN, S.C.L. y PASCUAL DE ARANDA, S.A.).

La variabilidad de esta materia prima se explica por diferencias en el producto original (semilla de girasol) y, fundamentalmente, por el tratamiento industrial seguido con la cascarilla: decortinado más o menos severo o ausencia del mismo y adición posterior o no de la cascarilla al producto desengrasado, lo que provoca diferencias en el contenido en fibra que diluye el contenido de los demás nutrientes. La presencia de la cascarilla (fibra muy lignificada), como partículas independientes de las procedentes del albumen de la pipa (ricas en proteína), es responsable del bajo valor nutritivo de este alimento.

CUADRO 10.- VARIABILIDAD DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA EN MUESTRAS DE HARINAS DE GIRASOL (% sobre materia seca).

Parámetro	Número		Media	Mínimo	Máximo	C.V. (%)
	muestras					
***** <u>HARINAS 28-32-36% PB</u> *****						
Proteína bruta	40		35,04	25,82	42,96	14,30
Fibra bruta	7		25,70	20,33	30,40	5,56
Cenizas	5		7,66	7,25	8,21	6,01
***** <u>HARINAS 36% PB</u> *****						
Proteína bruta	36		40,05	32,25	44,12	5,74
Fibra bruta	9		20,71	17,62	28,29	16,42

En la experiencia que se presenta, se trabajó con una población de 11 muestras, variables en composición, como se refleja en el cuadro nº 11, determinándose en todas ellas su contenido en energía metabolizable verdadera corregida en nitrógeno (EMVn), mediante el método de Sibbald, 1986.

CUADRO 11.- COMPOSICIÓN DE LAS MUESTRAS DE HARINA DE GIRASOL ESTUDIADAS (% sobre materia seca)

Muestra	Proteína bruta	Fibra bruta	Fibra neutro deterg.	Fibra ácido deterg.	Lignina ácido deterg.
1	35,49	23,23	35,67	26,72	7,55
2	34,84	23,74	34,97	26,89	7,68
3	32,09	27,62	42,52	31,85	10,82
4	31,46	30,13	45,96	34,35	11,35
5	36,41	21,21	34,12	25,24	7,09
6	37,10	20,70	32,26	24,34	7,12
7	37,19	20,72	32,48	23,64	6,68
8	36,79	20,94	32,99	24,64	7,18
9	34,42	20,54	32,88	24,75	6,96
10	33,66	26,95	40,02	31,30	9,61
11	41,75	19,23	28,41	20,87	5,94

(1) Kcal/Kg de materia seca.

El proceso de obtención del aceite está prácticamente estandarizado en España. Consiste en dos extracciones consecutivas mediante presión y disolventes orgánicos, lo que hace que la variabilidad entre muestras, respecto al extracto etéreo, sea baja y el valor de este parámetro reducido, en torno al 2-3%. Esta fracción es rica en ácido linoleico.

Un aspecto metodológico de interés, al aplicar este método de intubación forzada, es la posibilidad de que, en materiales de alto contenido en fibra, como el que nos ocupa, la excreción de heces procedentes del alimento intubado no sea completa en 48 horas (período de recogida de excreta fijado en dicho método), debido a posibles retenciones en el tracto digestivo, como han observado Muztar y Slinger, 1980 y Sibbald, 1979, lo que provocaría una sobrevaloración del valor energético estimado. Por ello, antes de la determinación del valor de EMVn de la población, se realizó un ensayo con 3 de las 11 muestras antes citadas, con diferente contenido en fibra, estudiándose la tasa de excreción en periodos de 12 h, para estimar el momento en que ésta puede considerarse completa. En todos los casos, incluso en el de mayor contenido fibroso, el intervalo de 48 h resultó adecuado, con lo que se refrendó la validez del método original.

Otro aspecto metodológico que se estudió fue el método de secado de heces, ya que se ha señalado (Sibbald, 1982) una posible diferencia en la estimación del valor energético al emplear los métodos de secado en estufa (70° C, 48 h) y liofilización. Por ello, las heces, previa homogeneización, se dividieron en dos partes aproximadamente iguales, obteniéndose dos valores de EMVn para cada harina de girasol. En el cuadro nº 12 se presentan estos resultados, no observándose, en este caso, diferencias significativas entre ambos métodos de secado de heces para el conjunto de la población. Es claro que, si el objetivo que se persigue es únicamente la valoración energética, el secado en estufa es más sencillo, rápido y económico y no requiere equipos especializados.

En el cuadro nº 13, se ofrecen las ecuaciones de predicción de la EMVn mediante un análisis de regresión "stepwise" con los parámetros de composición química anteriormente expuestos. La variable individual mejor relacionada es la lignina ácido detergente (LAD), que explica un 71% de la variabilidad de la EMVn, lo cual parece reflejar la mayor o menor presencia de cascarilla en la harina. Con la introducción de la fibra bruta (FB) como segunda variable en el modelo, se logra un coeficiente de determinación del 81%.

Un parámetro de interés en la valoración nutritiva de los alimentos ricos en proteína es la disponibilidad verdadera de aminoácidos. Este estudio se realizó en 3 de las muestras (nº 1, 3 y 6), elegidas por su contenido medio, bajo y alto, respectivamente, en proteína bruta, de entre las 11 estudiadas previamente.

CUADRO 12.- EFECTO DEL TIPO DE GIRASOL Y DEL MÉTODO DE SECADO DE LAS HECES SOBRE EL VALOR ENERGÉTICO EMV_n DE HARINAS DE GIRASOL.

	Método de secado			s.e.
	Estufa	Liofilizador	Media	
Girasol 1	1896,2	1952,5	1924,4 ^{ab}	201,5
Girasol 2	1905,0	1880,0	1892,5 ^{ab}	209,5
Girasol 3	1500,0	1616,6	1558,3 ^c	185,8
Girasol 4	1542,2	1574,4	1558,3 ^c	228,4
Girasol 5	1926,3	1826,3	1876,2 ^{ab}	107,7
Girasol 6	1851,3	1823,8	1837,5 ^b	135,8
Girasol 7	1896,7	1906,7	1901,7 ^{ab}	84,7
Girasol 8	1946,3	1898,8	1922,5 ^{ab}	309,5
Girasol 9	1878,8	1846,3	1862,5 ^{ab}	247,5
Girasol 10	1925,0	1940,0	1932,5 ^{ab}	328,2
Girasol 11	1960,0	2086,3	2023,1 ^a	79,3
MEDIA	1828,1	1840,8	1834,5	
S.E.	192,4	193,2		

	s.e.d.	Significación
Efecto Método de secado	146,4	NS
Efecto Tipo de Girasol	52,8	***
Interacción Método x Tipo de girasol	74,7	NS

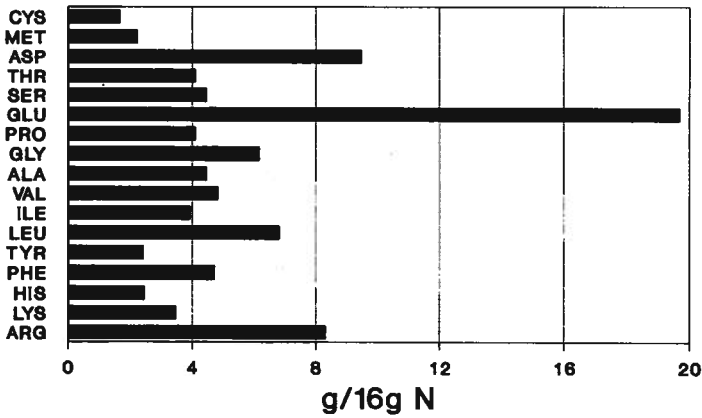
CUADRO 13.- ESTIMACIÓN DE LA EMV_n (Kcal/Kg MS) DE LAS HARINAS DE GIRASOL A PARTIR DE SU COMPOSICIÓN QUÍMICA (Método "Stepwise"; base materia seca)

Paso	a	b ₁	b ₂	R ²	Signif.
1	EMV _n = 2410,87 ±124,25	-70,81 LAD ±15,20		0,707	**
2	EMV _n = 1920,52 ±257,93	-199,11 LAD ±62,87	65,42 FB ±31,37	0,810	**

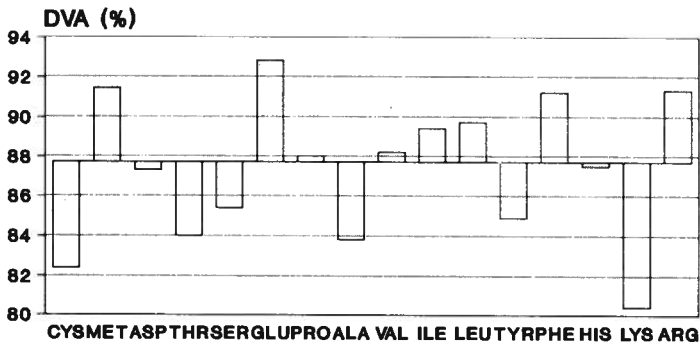
a, b₁, b₂: estimaciones de los coeficientes de regresión lineal; EMV_n: energía metabolizable verdadera corregida en nitrógeno; LAD: lignina ácido detergente (%); FB: fibra bruta (%); R²: coeficiente de determinación; **: P<0.01.

Cuadro n° 14

**COMPOSICIÓN MEDIA EN AMINOÁCIDOS
DE LAS HARINAS DE GIRASOL (n=3)**



**DISPONIBILIDAD VERDADERA DE AMINOÁCIDOS
(DVA) TOTAL E INDIVIDUAL EN LAS HARINAS
DE GIRASOL (n=3)**



— DVA TOTAL : 87,7

El cuadro n° 14 muestra dos histogramas que reflejan la composición media en aminoácidos y su disponibilidad media verdadera (Villamide y San Juan, 1991). La disponibilidad conjunta fue elevada, de casi un 88%, observándose, como dato más significativo, la alta disponibilidad de la metionina, en contra de los valores, más discretos, de la treonina y la lisina, especialmente en este último caso.

Para el caso de los aminoácidos más relevantes (lisina, metionina, cistina y treonina), se observó un efecto significativo del tipo de harina tanto en su contenido como en su disponibilidad, estando ambos correlacionados positivamente con la proporción de proteína bruta de las muestras. Por consiguiente, el contenido en aminoácidos disponibles varió también en función de este parámetro, como puede observarse en el cuadro n° 15.

Los resultados de disponibilidad verdadera y de contenido en aminoácidos disponibles concuerdan con los de otras fuentes consultadas, tal como se aprecia en el cuadro n° 16.

Los valores para la lisina y la metionina resultan ser menores que los de dichas fuentes, debido, posiblemente, al menor contenido medio en proteína de la serie con la que se ha trabajado. Si se observan los datos relativos a la harina de mayor contenido en PB, la similitud con los valores aportados por los otros autores se hace manifiesta.

CUADRO 15.- EFECTO DEL TIPO DE HARINA DE GIRASOL SOBRE LA DISPONIBILIDAD VERDADERA DE AMINOÁCIDOS (%)

Harina	Lisina	Metionina	Cistina	Treonina
Baja en PB (32,1)	76,4 ^c	89,6 ^c	80,7 ^b	82,7 ^b
Media en PB (35,5)	81,8 ^b	91,7 ^b	82,9 ^a	83,4 ^b
Alta en PB (37,1)	83,7 ^a	93,0 ^a	83,7 ^a	85,9 ^a

EFECTO DEL TIPO DE HARINA DE GIRASOL SOBRE EL CONTENIDO EN AMINOÁCIDOS DISPONIBLES (% sobre MS)

Harina	Lisina	Metionina	Cistina	Treonina
Baja en PB (32,1)	0,78 ^c	0,61 ^c	0,44 ^b	1,01 ^c
Media en PB (35,5)	1,03 ^b	0,73 ^b	0,48 ^a	1,24 ^b
Alta en PB (37,1)	1,12 ^a	0,79 ^a	0,51 ^a	1,35 ^a

CUADRO 16.- RESULTADOS COMPARATIVOS DE DVA Y CONTENIDO EN AMINOÁCIDOS DISPONIBLES: AA DISP. (% sobre MS)

	San Juan, <u>1993</u>		Heartland Lysine, <u>1989</u>		Rhône Poulenc, <u>1989(1)</u>	
	DVA(%)	AAdisp.(%)	DVA(%)	AAdisp.(%)	DVA(%)	AAdisp.(%)
AA totales	87,7	27,51	-	-	88,8	-
Lisina	80,4	0,97	83,6	1,13	85,6	1,12
Metionina	91,4	0,71	93,8	0,80	93,2	0,74
Cistina	82,4	0,47	80,9	0,47	77,6	0,48
Treonina	84,0	1,20	86,4	1,14	84,2	1,13

(1) Contenido medio de PB (sobre MS):

- * San Juan, 1993: 34,9
- * Heartland Lysine, 1989: 36,2
- * Rhône Poulenc, 1989: 37,8

- composition data and bibliography. Animal Research Centre Contribution 85-19. Research Branch Agriculture. Canada.
- Sibbald, I.R. 1987. Estimation of bioavailable amino acids in feedingstuffs for poultry and pigs: A review with emphasis on balance experiments. *Can J. Anim. Sci.* 67: 221-300.
- Van Soest, P.J. 1978. Dietary fibers: their definition and nutritional properties. *Am. J. Clin. Nutr.* 315: 12-20.
- Villamide, M.J. y San Juan, L.D. 1991. Nutritive value of sunflower seed meal in poultry. 42 Congreso de la Federación Europea de Zootecnia. Berlin, 1991. Volumen 1, 352-353.
- Yamazaki, M. y Kamata, . 1986. Amino acid availability of feed ingredients for poultry. *Japan Poult. Sci.*, 23, 147-156.

Ponencia XIV
VALOR NUTRITIVO DE LA HARINA DE CARNE
EN LOS RUMIANTES

F. J. GIRALDEZ (*)

T. MANSO ()**

M. A. CHASO (*)**

T. CASTRO ()**

A. R. MANTECON (**)**

(*) Departamento de Producción Animal I. Universidad de León. 24071. León.

() Departamento de Producción Animal. Universidad Complutense de Madrid.**

(*) Departamento de Zootecnia. Universidad de Extremadura.**

(**) Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo. 788. 24080 León.**

VALOR NUTRITIVO DE LA HARINA DE CARNE EN LOS RUMIANTES

F.J. Giráldez¹, T. Manso², M.A. Chaso³, T. Castro² y A.R. Mantecón⁴,

¹Departamento de Producción Animal I. Universidad de León. 24071. León.

²Departamento de Producción Animal. Universidad Complutense de Madrid.

³Departamento de Zootecnia. Universidad de Extremadura.

⁴Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo 788. 24080. León.

INTRODUCCIÓN

La síntesis de proteína microbiana en el rumen y su posterior absorción en el intestino delgado permite a los animales rumiantes sobrevivir, e incluso desarrollar moderadas tasas de producción, sin recibir aporte de proteína en la dieta (Owens and Zinn, 1988; Broderick *et al.*, 1991).

Sin embargo, sólo un porcentaje de las necesidades proteicas de los animales que presentan elevados ritmos de crecimiento o tasas altas de producción láctea pueden ser cubiertas por la proteína microbiana sintetizada en el rumen (Chalupa, 1975; ARC, 1980; Broderick *et al.*, 1991). En estas condiciones, resulta evidente que, para mantener esta producción, el animal debe recibir un aporte extra de proteína en la dieta. Sin embargo, si dicha proteína presenta una alta degradabilidad será ampliamente degradada en el rumen, comprometiéndose no sólo la producción, sino incluso la salud del animal, dado el mayor esfuerzo de detoxicación al que estaría sometido el hígado como consecuencia del mayor flujo de amoníaco desde el tracto digestivo (Kaufman and Lüpping, 1982). Por ello, en estos casos es preciso recurrir a la utilización de suplementos proteicos de baja degradabilidad.

Entre estos suplementos tiene especial interés la harina de carne y huesos, ya que constituye una fuente de proteína de alto valor biológico y, lo que es más importante, de producción nacional que en determinadas etapas puede reducir la importación de suplementos proteicos. Además, el empleo de la harina de carne en la alimentación animal evita el coste añadido que exigiría, por motivos ambientales y sanitarios, la destrucción de los distintos residuos que se emplean en su elaboración.

No obstante, el potencial riesgo que, debido a un inadecuado tratamiento térmico de las materias primas empleadas y/o manejo posterior del producto obtenido, puede resultar en primera instancia para la salud de los animales, e indirectamente para la del hombre, genera posturas enfrentadas entre los profesionales respecto a la conveniencia de la utilización de este subproducto en la alimentación animal.

En el presente trabajo, a partir de datos propios y de la literatura, se realiza, en primer lugar, un estudio comparativo del valor nutritivo, incluyendo datos de composición química, digestibilidad y degradabilidad, de las harinas de carne con respecto a otros suplementos proteicos de corriente empleo en la alimentación de los

animales rumiantes. Y, en segundo lugar, se analizan las ventajas de la incorporación de suplementos de esta naturaleza en la alimentación de los rumiantes adultos y en crecimiento.

COMPOSICIÓN QUÍMICA, DIGESTIBILIDAD Y DEGRADABILIDAD RUMINAL

La composición y la digestibilidad de las harinas de carne presentan importantes variaciones, dependiendo del método empleado en su elaboración y de la naturaleza de los residuos utilizados, principalmente de su proporción de huesos. De hecho, cuando el contenido en fósforo es superior a 44 g/kg MS, debe incluirse la expresión "con huesos" en su denominación (Morrison, 1951).

En la tabla I se recogen valores medios de composición química y digestibilidad de diferentes harinas de carne.

Como puede apreciarse existen grandes variaciones en la composición química, pudiendo existir diferencias en el contenido en proteína superiores a los 300 g/kg MS. Las harinas de carne y huesos presentan el contenido en proteína más bajo, como consecuencia de la dilución del músculo y vísceras, que tienen un elevado contenido proteico y bajo en cenizas, con tejido conectivo y óseo, de bajo contenido proteico y elevado en cenizas (Skurray, 1982).

Tabla I. Contenido (g/kg MS) en proteína bruta (PB), cenizas (CZS), extracto etéreo (EE), calcio (Ca) y fósforo (P), y coeficientes de digestibilidad de la materia orgánica (DMO) y de la proteína bruta (DPB) de diferentes tipos de harina de carne.

	PB	CZS	EE	Ca	P	DMO	DPB	Fuente
H. pura de carne	810	42	148	-	-	0,93	0,93	MAFF, 1975
Tankage sin hueso	645	234	97	64	33	-	-	NRC, 1989
H. carne y bajo % huesos	597	291	50	-	-	0,80	0,78	MAFF, 1975
H. carne y bajo % huesos	623	233	-	63	34	-	0,81	Miller and De Boer, 1988
H. carne y bajo % huesos	645	172	-	-	-	0,81	-	Datos propios
H. carne y alto % huesos	527	412	44	-	-	0,80	0,78	MAFF, 1975
H. carne y alto % huesos	473	429	-	148	73	-	0,75	Miller and De Boer, 1988
H. carne y alto % huesos	535	298	-	-	-	0,69	-	Datos propios
H. carne y huesos	566	291	-	-	-	-	-	MAFF, 1990
H. carne y huesos	575	180	25	82	69	0,82	0,85	Nehring, 1959
Tankage con hueso	502	304	137	120	58	-	-	NRC, 1989
H. carne y huesos, mucha grasa	505	334	136	100	48	0,86	0,85	INRA, 1988
H. carne y huesos, desengrasada	629	371	51	110	52	0,86	0,85	INRA, 1988

Estas diferencias son más acusadas si expresamos el contenido proteico en términos de proteína digestible, ya que, por regla general, las harinas de carne con mayor contenido en proteína presentan también los coeficientes de digestibilidad más altos.

VALOR NUTRITIVO DE LA HARINA DE CARNE EN LOS RUMIANTES

Si comparamos el contenido medio en proteína de la harina de carne utilizada en algunos de nuestros experimentos con el de otros suplementos proteicos utilizados en la alimentación de los rumiantes (ver tabla II), podemos observar que el contenido es similar al de la harina de gluten de maíz y algo inferior al de la harina de pescado. Por el contrario, la harina de carne presenta un contenido en proteína claramente superior al de las tortas de soja y de girasol.

En la tabla II también figuran los valores de los parámetros que definen la cinética de degradación de los diferentes suplementos proteicos considerados. Como puede apreciarse los valores de la fracciones soluble (a) y potencialmente degradable (b) que definen las harinas de carne estudiadas por nosotros son claramente superiores a los observados por Orskov *et al.* (1983), poniendo de manifiesto la heterogeneidad en el valor nutritivo de este tipo de material.

Tabla II. Parámetros cinéticos de degradación, degradabilidad efectiva (DE), y contenidos en proteína bruta (PB) y proteína no degradable en el rumen (PNDR) de diferentes suplementos proteicos.

	a (%)	b (%)	c (h-1)	DE (%)	PB (g/kg MS)	PNDR (g/kg MS)
Harina de carne, baja en cenizas ¹	51,1	33,0	0,017	56,9	535	231
Harina de carne, alta en cenizas ¹	53,9	31,0	0,021	60,3	645	256
Harina de carne 3	27,6	22,9	0,094	40,0	--	--
Harina de pescado ²	10,1	89,9	0,008	18,3	680	555
Harina de pescado 3	30,6	31,2	0,019	36,6	--	--
Harina de gluten de maíz ¹	5,5	85,7	0,060	29,0	604	429
Torta de soja del 48 ²	6,1	93,9	0,050	42,2	478	277
Torta de girasol ²	55,7	39,6	0,088	76,4	341	80

¹ Datos propios; ² Castrillo *et al.* (1987); ³ Orskov *et al.* (1983)

Consecuencia de esta heterogeneidad, las harinas de carne presentan una degradabilidad potencial que oscila entre aproximadamente un 85% y un 50%, presentando el resto de los suplementos, con excepción de una de las harinas de pescado (3), una degradabilidad potencial superior al 85%.

Un parámetro que resulta especialmente interesante en el caso de la proteína es la degradabilidad efectiva (DE), es decir, la cantidad de proteína que se degrada cuando el alimento permanece un tiempo determinado en el rumen. Para estimar este parámetro podemos utilizar el modelo matemático $y = a + (b \times c/c + k)$ descrito por Orskov y McDonald (1979), considerando un ritmo de paso de la digesta a través del rumen (k) de 0,08.

En el caso de las harinas de carne la degradabilidad efectiva osciló entre un 60 y un 40%, encontrándose por debajo del límite inferior de este rango únicamente la

degradabilidad del gluten de maíz y de las harinas de pescado. Como consecuencia, únicamente el contenido en PNDR de las harinas de gluten de maíz y de pescado es muy superior al de las harinas de carne (ver tabla II), aunque, desde un punto de vista meramente económico, el menor precio en el mercado de la harina de carne respecto de las harinas de gluten de maíz y de pescado, compensa esta desventaja.

Por otra parte, es necesario indicar que, dado que los valores de los parámetros cinéticos de algunos de los suplementos considerados han sido obtenidos de diferentes fuentes bibliográficas, los valores señalados y las conclusiones extraídas deben considerarse con cierta precaución, puesto que son numerosos los factores que afectan a la determinación de la cinética de degradación de los alimentos (Nocek, 1985; Chaso *et al.*, 1989, Orskov *et al.*, 1983).

Además, es muy probable que los valores de degradabilidad *in vivo* de las harinas de carne estudiadas por nosotros sean inferiores a los obtenidos utilizando la técnica de las bolsas de nylon. En este sentido, la fracción soluble (α) representa el 90% de la degradabilidad efectiva estimada y, dado el fino grano de moltura con el que se comercializan las harinas de carne estudiadas, las pérdidas mecánicas posiblemente constituyan un importante porcentaje de esta fracción soluble. De hecho, Zinn *et al.* (1981) observaron valores de degradabilidad *in vivo* de la proteína de la harina de carne y huesos del orden del 30%, más en consonancia con los valores de degradabilidad *in sacco* observados por Orskov *et al.* (1983). Sin embargo, Loerch y sus colaboradores (1983) señalaron valores de degradabilidad *in vivo* próximos al 50 %, ligeramente inferiores a los estimados por nosotros (ver tabla II).

En lo que respecta a la composición en aminoácidos, es preciso indicar que la harina de carne y los suplementos proteicos de origen vegetal presentan una composición en aminoácidos relativamente complementaria, siendo de destacar que las harinas de carne presentan un mayor contenido en lisina, aminoácido que con frecuencia resulta limitante en muchos de los procesos productivos (Piccioni, 1970; INRA, 1984; Buttery and Foulds, 1985).

No obstante, la disponibilidad biológica de los aminoácidos y, por tanto, el valor biológico de las proteínas, puede verse reducida durante el tratamiento térmico o, posteriormente, durante el almacenamiento de la harina (Wet, 1982).

Algunos autores (Rice and Beuk, 1953) han señalado que para que se produzca una reducción del valor biológico de las proteínas deben sobrepasarse los 100°C en el procesado de las harinas. En este sentido, Seegers y Mattill (1935) observaron que las proteínas de hígado de vacuno experimentaban sólo una ligera reducción en su valor biológico cuando se sometían a una temperatura de 100°C durante dos semanas, pero que un tratamiento de 72 horas con una temperatura de 120°C podía reducir su valor biológico hasta la mitad del valor inicial. De forma similar, Miller (1956) observó una

reducción del 25% en la utilización proteica neta de las proteínas de la harina de pescado cuando se incrementaba el tratamiento térmico de 50 a 120°C. Parece claro que el efecto de la temperatura depende del tiempo de procesado de los residuos y hemos de señalar que, en los métodos utilizados en la actualidad, nunca es superior a las cinco horas.

Esta reducción en el valor biológico puede ser debida a la reacción de Maillard, que consiste, esencialmente, en una reacción química entre aminoácidos y azúcares reductores. Este proceso suele ir acompañado de un cierto pardeamiento (oscurecimiento) del sustrato reactivo, pero la repercusión nutritiva más importante es la reducción de la disponibilidad biológica de algunos aminoácidos, especialmente de la lisina (Wet, 1982).

Otro proceso que puede producir una disminución en la disponibilidad de algunos aminoácidos consiste en la formación de uniones entre los grupos carboxilo libres de los ácidos glutámico y aspártico y los grupos amino de la lisina y arginina o el grupo imidazol de la histidina (Wet, 1982). Por otra parte, la disponibilidad biológica de la metionina y otros aminoácidos azufrados también puede verse afectada por el tratamiento térmico, aunque las reacciones oxidativas implicadas no están perfectamente establecidas (Wet, 1982).

LA UTILIZACIÓN DE LA HARINA DE CARNE EN LA ALIMENTACIÓN DE LOS RUMIANTES

Los suplementos proteicos de baja degradabilidad son de obligada inclusión en las raciones de animales de alta producción, ya que, por un lado, y tal y como se argumentó en la introducción, las necesidades proteicas de estos animales sobrepasan el aporte derivado de la síntesis microbiana en el rumen (Chalupa, 1975; Broderick *et al.*, 1991), y, por otro, estas fuentes proteicas, en especial las de origen animal, permiten equilibrar la composición aminoacídica de la ración, asegurando un aporte adecuado de aminoácidos esenciales y, en consecuencia, mejorando la eficiencia de los procesos productivos.

En este sentido, se han observado incrementos significativos en las eficiencias de producción en ovejas gestantes (Chalmers *et al.*, 1954), vacas en lactación (Broderick *et al.*, 1970; Schwab *et al.*, 1976), corderos y novillos en crecimiento (Schelling *et al.*, 1973; Richardson and Hatfield, 1978) y ovejas productoras de lana (Reis, 1970) al realizar infusiones postruminales de aminoácidos y proteínas. De forma similar, también se han observado aumentos en la producción de leche (Erdman and Vandersall, 1983; Visser and Steg, 1988) y en la ganancia de peso y crecimiento de la lana (Talavera, 1987), cuando se incorporaron en la dieta suplementos proteicos de baja degradabilidad.

Por otra parte, el hecho de que los animales que reciben como fuente de proteína suplementos de baja degradabilidad presentan una mayor actividad ruminal que aquellos animales que reciben suplementos proteicos de mayor degradabilidad o nitrógeno no

proteico (Strizler *et al.*, 1992), da una nueva dimensión al empleo de estos suplementos en la alimentación de los rumiantes.

Como sugieren Strizler *et al.* (1992) estas diferencias pueden ser consecuencia de requerimientos específicos de la población microbiana en ciertos aminoácidos. De hecho, Maeng *et al.* (1976) demostraron que los microorganismos del rumen tienen necesidades específicas en aminoácidos preformados y Salter *et al.* (1979) observaron que los microorganismos del rumen incorporan aminoácidos e incluso péptidos. En consecuencia, dietas con bajo contenido en proteínas y alto en nitrógeno pueden no aportar el nivel de aminoácidos que requiere la población microbiana, limitando el crecimiento de la misma y reduciendo la actividad ruminal.

En lo que respecta a los animales en crecimiento, en los últimos años varios autores (Vipond *et al.*, 1989; Mantecón y Bermúdez, 1991) han señalado que un aumento de proteína no degradable en el rumen en la ración de corderos en crecimiento da lugar a una mayor ganancia de peso y a una reducción en el contenido de grasa corporal.

No obstante, en relación con el uso concreto de la harina de carne en alimentación de los rumiantes en crecimiento no existe gran información, aunque los escasos datos existentes sugieren que la harina de carne no presenta desventajas, en términos de rendimientos productivos, respecto de otros suplementos proteicos.

En este sentido, Leibholz (1966), Leibholz y Moss (1967) y Khorasani *et al.* (1989) utilizaron la harina de carne en sustitutivos lácteos de terneros con resultados similares a los obtenidos utilizando proteína de origen lácteo. Loerch *et al.* (1983) compararon tres suplementos proteicos (harina de sangre, harina de carne y alfalfa deshidratada) en dietas de novillos y corderos y no encontraron diferencias en los rendimientos productivos entre las distintas raciones, posiblemente porque con todas ellas se alcanzó un aporte de proteína a nivel intestinal similar. Sin embargo, Rock *et al.* (1979) y Stock y Klopfenstein (1979) obtuvieron mayores ganancias de peso cuando utilizaron harina de carne que cuando el suplemento proteico empleado fue la torta de soja.

Por el contrario, en experiencias realizadas por nosotros (Castro *et al.*, 1993), comparando la torta de soja con la harina de carne como suplemento proteico para corderos en crecimiento, no se detectaron diferencias estadísticamente entre ambas dietas en los ritmos de crecimiento y en los índices de conversión. En la tabla III pueden observarse los ritmos de crecimiento e índices de conversión obtenidos con ambas dietas para diferentes intervalos de peso vivo.

Como puede apreciarse en la misma tabla tampoco se observaron diferencias entre ambas dietas en el rendimiento a la canal, aunque los corderos que recibieron el

VALOR NUTRITIVO DE LA HARINA DE CARNE EN LOS RUMIANTES

suplemento con torta de soja tendieron a presentar una mayor proporción de grasa interna.

Tabla III. Índice de conversión (g de alimento/g de incremento de PV), ritmo de crecimiento (g de PV/día), Rendimiento a la canal (%) y contenido en grasa interna (g/kg de PVV) obtenidos con concentrados formulados con diferente suplemento proteico: harina de carne (HC) y harina de soja (HS).

	Concentrado HS			Concentrado HC		
	Peso vivo al sacrificio (kg)					
	20	25	30	20	25	30
Ind. conversión	2,7 ± 0,15	3,6 ± 0,45	3,4 ± 0,13	3,0 ± 0,50	3,1 ± 0,15	3,3 ± 0,30
Ritmo crecimiento	338,0 ± 12	261,0 ± 27	304,0 ± 12	283,0 ± 58	305,0 ± 28	330,0 ± 32
Rdto. Canal	44,0 ± 0,1	47,0 ± 0,3	46,0 ± 0,1	44,0 ± 0,6	46,0 ± 0,2	46,0 ± 1,0
Grasa interna	2,7 ± 0,1	4,4 ± 0,3	4,9 ± 0,2	3,0 ± 0,3	3,8 ± 0,5	3,6 ± 0,1

Uno de los inconvenientes en la utilización de un alimento puede ser su apetecibilidad, parámetro al que no nos hemos referido hasta el momento. A este respecto, desde un punto de vista meramente aplicativo, podemos indicar que en experiencias llevadas a cabo por nuestro grupo de trabajo con ovejas en lactación hemos administrado concentrados con porcentajes de harina de carne y hueso de hasta un 20%, no observando rechazo en la ingestión del mismo. Sin embargo, cuando se trató de utilizar en ganado caprino, el rechazo fue total, incluso con proporciones de harina de carne en el concentrado próximas a un 5%.

Otro aspecto de gran relevancia, aunque independiente del valor nutritivo, es la calidad higiénica, hasta el punto de que en el Reino Unido se ha prohibido emplear este subproducto en la alimentación animal, ya que los estudios epidemiológicos realizados sobre la encefalopatía esponjiforme bovina relacionan esta enfermedad con el consumo de piensos que contenían harinas de carne (Wilesmith *et al.*, 1988). Este subproducto se ha utilizado en la alimentación de los rumiantes durante varias décadas. Sin embargo, el primer brote de la enfermedad se registró en el inicio de la década de los años 80, circunstancia que sugiere la existencia de un cambio en la composición de la materia prima empleada y/o en el tratamiento utilizado en la fabricación.

En este sentido, en el Reino Unido se ha producido un cambio acusado a partir del año 1978 en el proceso de fabricación, sustituyendo la extracción química de las grasas por un proceso de fusión continua (Wilesmith *et al.*, 1991). Este cambio podría ir acompañado de un descenso de la "capacidad esterilizante" del tratamiento térmico, ya que los hidrocarburos empleados en la extracción química (benceno, hexano,

- Kaufmann, W. and Lüpping, W. 1982. Protected proteins and protected amino acids for ruminants. In: *Protein contribution of feedstuffs for ruminants*. pp.: 36-75. Ed.: E.L. Miller, J.H. Pike and A.J.H. Van Es. Butterworths, London.
- Khorasani, G.R., Sauer, W.C., Maenhout, F. and Kennelly, J.J. 1989. Substitution of milk protein with soyflour or meat-solubles in calf milk replacers. *Can. J. Anim. Sci.*, 69, 373-382.
- Leibhoz, J. 1966. The source of protein in calf diets. I. A comparison of dried skim milk and meat meal. *Aust. J. Agric. Res.*, 18, 149-157.
- Leibhoz, J. and Moss, F.P. 1967. The source of protein in calf diets. II. Meat meal quality. *Aust. J. Agric. Res.*, 18, 157-168.
- Loerch, S.C., Berger, L.L., Plegge, S.D. and Fahey, G.C.jr. 1983. Digestibility and rumen escape of soybean meal, blood meal, meat and bone meal and dehydrated alfalfa nitrogen. *J. Anim. Sci.*, 57, 1037-1047.
- Maeng, W.J., Van Nevel, C.J., Baldwin, R.L. and Morris, J.G. 1976. Rumen microbial growth rates and yields: effect of amino acids and protein. *J. Dairy Sci.*, 59, 68-79.
- MAFF. 1975. *Energy Allowances and Feeding Systems for Ruminants*. Technical Bulletin, 33. Her Majesty's Stationery Office, London.
- MAFF. 1990. *UK tables of nutritive value and chemical composition of feedingstuffs*. Rowet Research services Ltd., Aberdeen.
- Mantecón, A.R. y Bermúdez, F.F. 1991. La nutrición del ganado ovino durante la fase de crecimiento-cebo. *Ovis*, 39-49.
- Miller, D.S. 1956. The nutritive value of fish proteins. *J. Sci. Food. Agric.*, 7, 337-348.
- Miller, E.L. and De Boer, F. 1988. By-products of Animal origin. In: *Livestock feed resources and feed evaluation in Europe. Present situation and future prospects*. pp.: 159-196. Ed.: F.De Boer and H. Bickel. Elsevier, Amsterdam.
- Morrison, F.B. 1951. Alimentos y alimentación del ganado. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, Barcelona.
- Nehring, K. 1959. *Lehrbuch der Tierernährung und Futtermittelkunde*. pp. 476-480. Neumann Verlag, Berlin.
- Nocek, J.E. 1985. Evaluation of specific variables affecting in situ estimates of ruminal dry matter and protein digestion. *J. Anim. Sci.*, 60, 1347-1358.
- NRC. 1989. *Nutrient requirements of dairy cattle*. National Academic Press, Washington.
- Orskov, E.R. and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci., Camb.*, 92, 499-503.

BIBLIOGRAFÍA

- ARC. 1980. *The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock*. Technical Review by an Agricultural Research Council. C.A.B. Farnham Royal. England.
- Broderick, G.A., Kowalczyk, T. and Satter, L.D. 1970. Milk production response to supplementation with encapsulated methionine per os or casein per abomasum. *J. Dairy Sci.*, 53, 1714-1721.
- Broderick, G.A., Wallace, R.J. and Orskov, E.R. 1991. Control of rate and extent of protein degradation. In: *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. pp.: 541-595. Ed.: T. Tsuda, Y. Sasaki and R. Kawashima. Academic press, Inc. London.
- Buttery, P.J. and Foulds, A.N. 1985. Amino acids requirements of ruminants. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. pp.: 257-271. Ed.: W. Haresing and P.J. Cole. Butterworths, London.
- Carro, M.D., Giraldez, F.J., Mantecón, A.R., Ranilla, M.J. and González, J.S. 1993. Comparative study of ruminal activity in churra and merino sheep. BSAP (Winter meet.). (in press).
- Castrillo, C., Lainez, M., Guada, J.A y Vega, A. 1987. Efecto de la inclusión de paja en dietas concentradas sobre la degradabilidad en el rumen de los compuestos nitrogenados de distintos suplementos proteicos. In: *II Jornadas sobre Producción Animal*. pp: 171-173. AIDA.
- Castro, T., Manso, T., Chaso, M.A., Giraldez, F.J. y Mantecón, A.R. 1993. Respuesta productiva de corderos en crecimiento a la utilización de la harina de carne y la torta de soja como suplementos proteicos. XVIII Jornadas Científicas de la S.E.O.C. (en prensa).
- Chalmers, M.I., Cuthbertson, D.F. and Syngé, R.L.M. 1954. Ruminal ammonia formation in relation to the protein requirement of sheep. I. Duodenal administration and heat processing as factors influencing fate of casein supplements. *J. Agric. Sci., Camb.*, 44, 254-262.
- Chalupa, W. 1975. Rumen bypass and protection of proteins and amino acids. *J. Dairy Sci.*, 68, 1198-1206.
- Chaso, M.A., Manso, T., Giraldez, F.J. and Mantecón, A.R. 1993. The effect of basal diet on sheep ruminal degradability of different feedstuffs. B.S.A.P. (Winter Meeting) (in press).
- Erdman, R.A. and Vandersall, J.H. 1983. Effect of rumen protein degradability on milk yield of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 66: 873-880.
- INRA, 1984. *L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles*. INRA, Paris.
- INRA. 1988. *Tables de l'alimentation des bovins, ovins et caprins*. INRA, Paris.

- Kaufmann, W. and Lüpping, W. 1982. Protected proteins and protected amino acids for ruminants. In: *Protein contribution of feedstuffs for ruminants*. pp.: 36-75. Ed.: E.L. Miller, J.H. Pike and A.J.H. Van Es. Butterworths, London.
- Khorasani, G.R., Sauer, W.C., Maenhout, F. and Kennelly, J.J. 1989. Substitution of milk protein with soyflour or meat-solubles in calf milk replacers. *Can. J. Anim. Sci.*, 69, 373-382.
- Leibhoz, J. 1966. The source of protein in calf diets. I. A comparison of dried skim milk and meat meal. *Aust. J. Agric. Res.*, 18, 149-157.
- Leibhoz, J. and Moss, F.P. 1967. The source of protein in calf diets. II. Meat meal quality. *Aust. J. Agric. Res.*, 18, 157-168.
- Loerch, S.C., Berger, L.L., Plegge, S.D. and Fahey, G.C.jr. 1983. Digestibility and rumen escape of soybean meal, blood meal, meat and bone meal and dehydrated alfalfa nitrogen. *J. Anim. Sci.*, 57, 1037-1047.
- Maeng, W.J., Van Nevel, C.J., Baldwin, R.L. and Morris, J.G. 1976. Rumen microbial growth rates and yields: effect of amino acids and protein. *J. Dairy Sci.*, 59, 68-79.
- MAFF. 1975. *Energy Allowances and Feeding Systems for Ruminants*. Technical Bulletin, 33. Her Majesty's Stationery Office, London.
- MAFF. 1990. *UK tables of nutritive value and chemical composition of feedingstuffs*. Rowet Research services Ltd., Aberdeen.
- Mantecón, A.R. y Bermúdez, F.F. 1991. La nutrición del ganado ovino durante la fase de crecimiento-cebo. *Ovis*, 39-49.
- Miller, D.S. 1956. The nutritive value of fish proteins. *J. Sci. Food. Agric.*, 7, 337-348.
- Miller, E.L. and De Boer, F. 1988. By-products of Animal origin. In: *Livestock feed resources and feed evaluation in Europe. Present situation and future prospects*. pp.: 159-196. Ed.: F.De Boer and H. Bickel. Elsevier, Amsterdam.
- Morrison, F.B. 1951. *Alimentos y alimentación del ganado*. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, Barcelona.
- Nehring, K. 1959. *Lehrbuch der Tierernährung und Futtermittelkunde*. pp. 476-480. Neumann Verlag, Berlin.
- Nocek, J.E. 1985. Evaluation of specific variables affecting in situ estimates of ruminal dry matter and protein digestion. *J. Anim. Sci.*, 60, 1347-1358.
- NRC. 1989. *Nutrient requirements of dairy cattle*. National Academic Press, Washington.
- Orskov, E.R. and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci., Camb.*, 92, 499-503.

- Orskov, E.R., Hughes-Jones, M. and Eliman, M.E. 1983. Studies on degradation and outflow rate of protein supplements in the rumen of sheep and cattle. *Livestock Production Science*, 10, 17-24.
- Owens, F.N. and Zinn, R. 1988. Protein metabolism of ruminant animals. In: *The ruminant animal. Digestive physiology and Nutrition*. pp: 227-268. Ed.: D.C. Church. Prentice Hall, New Jersey.
- Piccioni, M. 1970. *Diccionario de alimentación animal*. Acribia, Zaragoza.
- Reis, P.J. 1970. The influence of abomasal supplements of some amino acids and sulphur-containing compound on wool growth rate. *Aust. J. Biol. Sci.*, 23, 441-446.
- Rice, E.E. and Beuk, J.F. 1953. Effects of heat upon the nutritive value of protein. *Adv. Food Res.*, 4, 233-240.
- Richardson, C.R. and Hatfield, E.E. 1978. The limiting amino acids in growing cattle. *J. Anim. Sci.*, 46, 740-745.
- Rock, D.W., Klopfenstein, T.J., Ward, J.K. and Britton, R.A. 1979. A system for evaluating protein sources. *J. Anim. Sci.*, 48 (Suppl. 1), 401.
- Salter, D.N., Daneshvar, K. and Smith, R.H. 1979. The origin of N incorporated into compounds in the rumen bacteria of steers given protein- and urea- containing diets. *Br. J. Nutr.*, 41, 197-209.
- Schelling, G.T., Chandler, J.E. and Scott, G.C. 1973. Postruminal supplemental methionine infusion to sheep fed high-quality diets. *J. Anim. Sci.*, 37, 1034-1039.
- Schelling, G.T., Chandler, J.E. and Scott, G.C. 1973. Postruminal supplemental methionine infusion to sheep fed high-quality diets. *J. Anim. Sci.*, 37, 1034-1039.
- Schwab, C.G., Satter, L.D. and Clay, A.B. 1976. Response of lactating dairy cows to abomasal infusion of amino acids. *J. Dairy Sci.*, 1254-1270.
- Seegers, W.H. and Matill, H.A. 1935. The nutritive value of animal tissues in growth, reproduction, and lactation. III. The nutritive value of heat, kidney, round, and liver after heating and after alcohol extraction. *J. Nutr.*, 10, 275-282.
- Skurray, G.R. 1982. Effect of processing on nutritive value of feeds: meat and meat by-products. In: *Handbook of nutritive value of processed food. Vol. II. Animal Feedstuffs*. pp.: 269-282. Ed.: M.jr Rechcigl. CRC press, Inc. Florida.
- Stock, R. and Klopfenstein, T.J. 1979. Feeding value of blood meal and meat meal as a protein supplements for ruminants. *J. Anim. Sci.*, 48 (Suppl. 1), 121.
- Strizler, N.P., Wolstrup, J., Eggum, B.O. and Jensen, B.B. 1992. Factors affecting degradation of barley straw in sacco and microbial activity in the rumen of cows fed fibre-rich diets. I. The source of supplemental nitrogen. *Anim. Feed Sci. and Tech.*, 38, 263-280.

- Talavera, V. 1987. Sheep response to fish meal supplements for diets based on industrial by-products of native pastures of the Peruvian High Andes. In: *Isotope Aided Studies on Nonprotein Nitrogen and Agro-Industrial By-products Utilization by ruminants*. pp.: 143-156. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- Vipond, J., al supplementation on performance on overfat lambs fed on barley straw to reducKing, E., Margaret, E., Orskov, E.R. and Wetherill, G.Z. 1989. Effects of fish mee carcass fatness. *Anim. Prod.*, 48, 131-138.
- Visser, H. De. and Steg, A. 1988. Utilization of by-products for dairy cows feeds. In: *Nutrition and lactation in the dairy cow*. pp: 378-394. Ed.: P.C. Garnsworthy. Butterworths, London.
- Wet, P.J. de. 1982. Effect of processing on nutritive value of feeds: protein. In: *Handbook of nutritive value of processed food. Vol. II. Animal Feedstuffs*. pp.: 321-341. Ed.: M.jr Rechcigl. CRC press, Inc. Florida.
- Wilesmith, J.W., Wells, G.A.H., Cranwell, M.P., Ryan, J.B.M. 1988. Bovine spongiform encephalopathy: epidemiological studies. *Vet. Record*, 123, 638-642.
- Wilesmith, J.W., Ryan, J.B.M. and Atkinson, M.J. 1991. Bovine spongiform encephalopathy: epidemiological studies on the origin. *Vet. Record*, 128, 199-203.
- Zinn, R.A., Bull, L.S. and Hemken, R.W. 1981. Degradation of supplemental proteins in the rumen. *J. Anim. Sci.*, 52, 857-866.

Coloquio
VALORACION Y UTILIZACION
DE SUBPRODUCTOS (III)

VALORACIÓN Y UTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS. (III)

Elección de parámetros en las ecuaciones de predicción.

En la predicción de la EM verdadera de la harina de girasol el parámetro con mayor coeficiente de correlación fue la lignina (0,84), estando el resto de las fibras entre 0,8 y 0,84 y la proteína en 0,77. La explicación podría estar en que viene a reflejar el mayor o menor grado de descortinado de la harina. No obstante, se considera que a la hora de elegir la ecuación de predicción podría resultar más adecuada la elección de otros parámetros más representativos (PB) o fáciles de analizar (otras fibras).

Problema de la pigmentación de la harina de girasol.

Se trata de un problema que no está relacionado con los parámetro digestivos, pero que tiene una repercusión práctica, por ejemplo, a nivel de producción de manchas en los huevos, al depositarse sobre ellos, lo que afecta a su utilización.

Disponibilidad de los AAs de la harina de girasol.

Los valores se obtenían como digestibilidad real de los AAs, al descontar el contenido en heces de gallos en ayunas.

De las distintas fuentes utilizadas se observó que la digestibilidad era mayor en las harinas con mayor contenido proteico, lo que, como hipótesis podría estar relacionado con el nivel de tránsito.

Tratamiento enzimático del salvado de trigo.

El tratamiento consistió en la pulverización del complejo enzimático y su mantenimiento a 38° C durante 24h.

Se buscaban dos posibles efectos: aumento de la digestión de la fibra y aumento de la digestión del almidón y de la proteína, cuyo valor pudiese estar afectado negativamente por dicha fibra.

Metodologías para la detección de los tratamientos enzimáticos.

Uno de los problemas que existen actualmente a nivel legislativo es el de disponer de métodos que permitan reconocer cuando un producto ha sido tratado realmente con un enzima, lo que posibilitaría el que esta circunstancia pudiera aparecer en la etiqueta del referido producto, como garantía de su mayor calidad.

Los enzimas con solicitud de registro son de los que actúan y desaparecen al realizar el tratamiento, por lo que el problema es cómo demostrar que se ha producido el tratamiento.

Se especula con la posibilidad de que se analicen metabolitos que pudieran aparecer como consecuencia de la hidrólisis enzimática y que no estarían en el producto sin tratar.

Queda abierta la demanda de información de este tema por parte del representante a nivel comunitario.

Efecto de la harina de carne en la fase final del cebo de corderos.

La comparación de las dietas a base de harina de soja o de harina de carne se hizo sobre la base de dietas isoproteicas en proteína no degradable en el rumen, ya que la degradable no era limitante.

La explicación de que los índices de transformación de los corderos no se vieran afectados por el peso de los mismos, se realiza sobre la base de que en la fase final del cebo pudiera producirse, como han observado otros autores, una movilización de las reservas de grasa corporales, que colaborarían así con la energía del alimento en los gastos de mantenimiento y en la síntesis proteica.

Ponencia XV
CONTROL DE RESULTADOS
ANALITICOS INTERLABORATORIOS

A. ARGAMENTERIA (*)

F. MUÑOZ ()**

D. ANDUEZA ()**

(*) I.E.P.A. Apdo. 13, 33300 Villaviciosa (Asturias)

() S.I.A.-D.G.A. Apdo. 727, 50080 Zaragoza.**

CONTROL DE RESULTADOS ANALÍTICOS INTERLABORATORIOS

A. Argamentería¹, F. Muñoz² y D. Andueza²

¹ I.E.P.A. Apdo. 13, 33300 Villaviciosa (Asturias).

² S.I.A.-D.G.A. Apdo. 727, 50080 Zaragoza.

INTRODUCCIÓN.

Con el fin de estandarizar la metodología que se utiliza en la caracterización de los alimentos para el ganado y estimar los valores de "reproducibilidad" y "repetibilidad" de dichas determinaciones analíticas se llevo a cabo una cadena de análisis interlaboratorial bajo la coordinación del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA).

El número de laboratorios participantes fue de 17 (ver lista adjunta).

Los alimentos a analizar fueron los siguientes:

- Ensilado de hierba.
- Heno de pradera natural.
- Heno de alfalfa.
- Paja de cereal.
- Cebada.
- Harina de soja.

Las determinaciones analíticas que se realizaron sobre cada alimento fueron:

1. Materia seca (%). (A.O.A.C., 1990)
2. Cenizas (%). (A.O.A.C., 1990)
3. Proteína bruta (%). (A.O.A.C., 1990)
4. Fibra neutro detergente (%). (Goering y Van Soest, 1970)
6. Digestibilidad fibra neutro detergente-celulasas (%). (Riveros y Argamentería, 1987)

Las muestras de alimentos y los métodos analíticos recomendados para estas determinaciones, convenientemente detallados, se enviaron a todos los laboratorios colaboradores desde el Instituto de Experimentación y Promoción Agraria de Villaviciosa (Asturias) y desde el Servicio de Investigación Agraria de Zaragoza.

RESULTADOS ESTADÍSTICOS.

En un primer análisis de frecuencias de los resultados originales enviados por los laboratorios participantes se obtuvo el valor medio, la desviación típica, y el coeficiente de variación para cada determinación analítica y muestra de alimento.

Al realizar un examen de estos parámetros, encontramos que en algunos casos, los valores de las desviaciones típicas y de los coeficientes de variación observados, eran muy elevados, por lo que se utilizó el test de Dixon (Dixon y Massey, 1969) para constatar si los valores extremos de cada una de las determinaciones analíticas de los 6

CONTROL DE RESULTADOS ANALÍTICOS INTERLABORATORIOS

Tabla 1. (continuación) Resultados de los análisis de frecuencias: media, valor mínimo (min), valor máximo (max), coeficiente de variación (CVs), desviación típica (std) y número de laboratorios(n) de cada determinación analítica, tras la eliminación de los valores críticos una vez aplicado el test de Dixon.

	ENSILADO	HENO DE PRADO	HENO DE ALFALFA	PAJA DE CEREAL	CEBADA	HARINA DE SOJA
FIBRA NEUTRO DETERGENTE (% sobre muestra natural)						
media	54,09	55,87	60,76	72,97	19,97	12,06
min	52,04	54,13	58,04	70,68	16,19	10,20
max	56,66	59,55	61,44	74,12	26,30	16,06
std	1,24	1,75	1,48	0,85	2,73	1,48
CVs	2,30	3,13	2,44	1,17	13,66	12,29
n	15	15	15	14	14	15
FIBRA NEUTRO DETERGENTE (% sobre materia seca)						
media	59,67	61,14	67,08	79,52	22,35	13,46
min	55,53	58,82	65,03	77,20	18,11	11,31
max	64,83	65,26	70,73	80,58	29,18	17,88
std	2,50	2,15	1,58	0,93	3,06	1,69
CVs	4,19	3,52	2,34	1,17	13,71	12,54
n	15	15	15	14	14	15
FIBRA NEUTRO DETERGENTE LIBRE DE CENIZAS (% sobre muestr. natur.)						
media	53,78	55,83	61,14	72,25	20,23	11,98
min	52,16	53,56	58,16	70,09	15,57	9,84
max	55,05	58,77	66,15	74,11	26,28	13,03
std	1,09	1,57	2,12	1,15	3,03	0,96
CVs	2,03	2,82	3,47	1,59	14,96	8,02
n	11	12	12	12	11	12
FIBRA NEUTRO DETERGENTE LIBRE DE CENIZAS (% sobre materia seca)						
media	59,18	61,04	67,53	78,77	22,55	13,37
min	57,43	58,31	65,18	76,36	17,42	10,91
max	61,08	63,97	73,57	80,25	29,06	14,69
std	1,09	1,68	2,29	1,16	3,31	1,09
CVs	1,84	2,76	3,97	1,47	14,66	8,13
n	11	12	12	12	11	12
DSS FIBRA NEUTRO DETERGENTE-CELULASAS						
media	64,29	57,56	50,14	32,22	88,07	93,97
min	52,11	47,20	43,59	25,47	85,05	86,82
max	78,90	79,40	61,38	37,00	91,33	97,80
std	6,84	9,06	5,76	3,91	1,51	2,99
CVs	10,64	15,74	11,48	12,14	1,71	3,18
n	14	14	15	13	13	15

CONTROL DE RESULTADOS ANALÍTICOS INTERLABORATORIOS

Tabla 2. Coeficiente de variación (CVs) y valores de "repetibilidad" (r) y de "reproducibilidad" (R), expresados en función del valor medio (m) de cada alimento para cada determinación analítica. En el caso de la digestibilidad fibra neutro detergente-celulasas r y R se expresan como el valor medio de los 6 alimentos.

	CV (%)	r	R
MATERIA SECA	1,50	0,0076m	0,0301m
CENIZAS (% sobre muestra natural)	2,27	0,0326m	0,0593m
CENIZAS (% sobre materia seca)	2,10	0,0449m	0,0588m
PROTEINA BRUTA (% sobre muestra natural)	4,69	0,0481m	0,1230m
PROTEINA BRUTA (% sobre materia seca)	5,26	0,0524m	0,1399m
FIBRA NEUTRO DETERGENTE (% sobre muestra natural)	5,83	0,0364m	0,0553m
FIBRA NEUTRO DETERGENTE (% sobre materia seca)	6,24	0,0404m	0,0777m
FIBRA NEUTRO DETERGENTE LIBRE DE CENIZAS (% sobre muestra natural)	5,48	0,0256m	0,0717m
FIBRA NEUTRO DETERGENTE LIBRE DE CENIZAS (% sobre materia seca)	5,38	0,0249m	0,0605m
DSS FIBRA NEUTRO DETERGENTE- CELULASAS (%)	9,14	2,383	13,814

Materia seca:

Era de esperar que se dieran diferencias entre laboratorios, debido a la diferente humedad ambiental según zonas de España. Ahora bien, no deberían afectar a los resultados expresados sobre materia seca.

Consideraciones que haremos posteriormente sobre otros parámetros analizados sugieren que hay fuentes de error en la determinación de materia seca.

Hemos comprobado que las muestras procedentes de Zaragoza (heno de alfalfa, paja de cereal y cebada) fueron ganando humedad en el tiempo. Consideramos importante este detalle. Para expresar un componente como porcentaje sobre materia seca hay que utilizar el valor correspondiente al momento en que se hizo la determinación de ese componente.

Cenizas:

No hay en general graves problemas. Se observa que un laboratorio infravalora siempre y otro sobrevalora. Según veremos después, más que pensar en errores de la temperatura del horno cabe sospechar de problemas en la determinación de materia seca.

Es de señalar que la utilización del analizador termogravimétrico usado en siderurgia para determinación de volátiles en carbón (MAC 500 de LECO Instr.) permite la determinación simultánea de materia seca y cenizas en 19 muestras a la vez (ó 38, con dos hornos). Los valores obtenidos en este aparato fueron totalmente concordantes con la media general. En efecto, al no haber pesadas manuales, ni transporte de muestras ni enfriamiento en desecador se reducen considerablemente las fuentes de error. Cabría solicitar a sus fabricantes una ligera modificación que permitiera el peso de crisoles con el residuo seco de fibra, de material indigestible *in vitro* y correspondientes cenizas. El problema es el alto precio del equipo (5.500.000 pts).

Proteína bruta:

Aparecen ya más problemas. Hay un laboratorio cuyos valores sobre alimento son concordantes con la media y al referir a materia seca quedan sobrevalorados. Lo mismo le ocurre con las cenizas y en proporción muy similar. Cabe pensar en un error imputable a determinación de materia seca.

En otro laboratorio se infravaloran también en la misma proporción cenizas y proteína bruta sobre materia seca. No envió los valores sobre alimento ni los porcentajes de materia seca, por lo que no podemos concluir con seguridad lo anterior, pero parece también lo más probable.

En tres laboratorios se infravalora proteína bruta sobre alimento y sobre materia seca. En dos, se sobrevalora en ambos casos. Las cenizas concuerdan siempre con la media, expresadas sobre alimento y sobre materia seca.

La infravaloración o sobrevaloración de proteína va en proporción muy constante respecto a la media general.

Cabe pensar en una incorrecta determinación del factor del ácido utilizado en la valoración final. Según nuestra experiencia, en muchos laboratorios no se le da la importancia que realmente tiene, llegando incluso a no determinarlo y asumir valor 1. Considerar factor 1 cuando realmente fuera 0.95 o 1.05 afecta muy poco a un forraje pobre en proteína, pero con una soja del 44 % se calcularía un valor de 41.8 % o 46.2 %, error muy sensible.

Sólo aparece un laboratorio en que hay diferencias sensibles respecto a la media tanto por exceso como por defecto. Cabe pensar en causas múltiples de error, más difíciles de solucionar.

Fibra neutro detergente:

En forrajes no hay demasiado problema en general, si bien es preciso reducir variabilidad. En concentrados las diferencias son mucho más sensibles y aparecen valores totalmente aberrantes.

No se aprecia en ningún laboratorio una tendencia clara a infravalorar o a sobrevalorar. Cabe pensar en errores de múltiple origen en las diversas operaciones de ebullición, lavados, pesaje...

Digestibilidad con celulosa:

Aparecen mayores discrepancias para forrajes que para concentrados: a mayor residuo de fibra, mayor error en la determinación de la fracción no solubilizada por la celulosa. Como en el caso anterior cabe pensar en errores de múltiple origen. Adicionalmente, es preciso revisar el método para hacerlo más operativo en cuanto a cierre de crisoles y evitar tener que arrastrar por lavado las partículas adheridas a los tapones de la boca superior.

Se ha constatado en muchos casos una pérdida de peso de los crisoles por efecto de la solución tamponada de celulosa. hay que tener en cuenta esta pérdida de tara de los crisoles en el cálculo de fibra neutro detergente libre de cenizas.

CONCLUSIONES.

La determinación de materia seca es fuente de error. Cabe esperar que varíe en el tiempo, sobre todo si se trata de muestras procedentes de otra región. Si el periodo a lo largo del cual se van a ir haciendo los sucesivos análisis es superior a 1 semana, efectuar más de una determinación de materia seca.

Si se dispone de suficiente financiación, es interesante disponer de analizador termogravimétrico para determinación de materia seca y cenizas.

Errores sistemáticos en la determinación de proteína bruta parecen fácilmente evitables mediante el cálculo sistemático del factor de la solución del ácido de valoración y el empleo de soluciones patrón de nitrógeno amoniacal o, mejor, compuestos orgánicos o patrones BIPEA con perfecta garantía de su contenido en nitrógeno.

Respecto a la digestibilidad enzimática neutro detegente-celulasa cabe decir lo mismo y algunos detalles del método deben ser revisados.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

- AOAC., (1990) Official Methods of Analysis. Association of Analytical Chemist, Arlington, USA, 15th. edn.
- BUREAU INTERPROFESSIONNEL D'ETUDES ANALYTIQUES (BIPEA), N° 167 Aout 1985.
- DIXON, W. J. AND MASSEY, F.J., Introduction to statistical analysis. McGraw Hill, New York 1969.
- ISO 5725., Precision of test methods - Determination of repeatability and reproducibility by inter-laboratory test 1981.
- MUÑOZ, F., (1991): CIHEAM Work group: Nutritive value of feedstuffs and by-products of the Mediterranean area. Options Méditerranéennes Série Séminaires 16 27-34.
- PEARSON, E.S., AND HARTLEY, H.O., Biometrika tables for statisticians. Cambridge University Press 1970.
- RIVEROS, E.; ARGAMENTERIA, A. (1987). Enzymatic methods for predicting organic matter *in vivo* digestibility. In Vitro News Letter 3, 11-14.
- VAN DER MEER, J. M., (1983). CEC Workshop on Methodology of feedingstuffs for ruminants. European *In Vitro* ring test - Statistical report -

Coloquio
VALORACION DE ALIMENTOS:
CONTROLES INTERLABORATORIOS

VALORACIÓN DE ALIMENTOS: CONTROLES, INTERLABORATORIOS

Importancia de los controles interlaboratorios.

El presidente del Comité de Métodos de Análisis de la CEE resalta el interés del trabajo realizado y su adecuación a la política comunitaria en esta materia. Indica que hay 62 métodos oficiales (ISO), cuyo mantenimiento como tales requiere que cuenten con características de repetibilidad y reproducibilidad, de ahí el interés de que se haga llegar al Comité los resultados de este tipo de controles. En estos controles se deberían tener en cuenta las normas ISO para calidad y el método estadístico de separación de los valores externos.

Sugiere que se incorporen a estos Ring-Test laboratorios oficiales de control y laboratorios de empresas, intentar estar en ISO (España no es miembro) y colaborar con AENOR (Asociación Española de Normalización).

Precisiones sobre metodología.

Se señala que la determinación precisa de la materia seca requiere la valoración hasta peso constante, lo que, en ocasiones, puede significar varios días. Esto resulta impracticable en laboratorios de rutina.

Para determinar la humedad residual en muestras secas, las normas ISO indican desecación a $103 \pm 1^\circ\text{C}$, durante 4 horas, método que se ajusta a los resultados obtenidos con el analizador termogravimétrico, que registra de forma continua la pérdida de peso.

Para alimentos húmedos se indica que la estandarización debería centrarse en una desecación durante 20-24 horas, pero definiendo bien las condiciones de realización: tipo de bandeja, velocidad de circulación del aire forzado, temperatura...

En relación a las condiciones de medida de las fibras NDF, ADF, ADL, en trabajos realizados en Bélgica, se comprobó que el tiempo de hervido afectaba mucho a la ADF y la ADL, pero no a la NDF. En cambio, en Ésta era muy importante preparar muy bien las soluciones y cuidar el lavado final, para estar seguros de que no quedan residuos de detergente en los crisoles.

Se comenta el hecho de que las importantes diferencias analíticas interlaboratorios que aparecen en algunos parámetros, reflejan solo parcialmente las que se pueden producir en la analítica práctica, ya que en este tipo de controles se trabaja con mayor cuidado y se repiten los análisis. Por otra parte, se trabaja con un material homogéneamente preparado para ser analizado (secado y molienda). En este sentido se considera tan importante el estandarizar las condiciones de muestreo y de preparación de las muestras, como los propios análisis, siendo aquellos aspectos que deberán ser considerados también en futuros controles.

Aportaciones a la normalización de técnicas.

La normalización se realiza a través del Centro Europeo de Normalización. En España el centro de normalización es el AENOR. Este centro se limita a organizar el sistema y tiene como laboratorios a aquellos que se la ofrecen. Cualquier recomendación, crítica, sugerencia... que se quiera hacer, se debe hacer llegar de manera oficial al Comité de Métodos de Análisis de la CEE. A su vez, para servir de marco de comprobación, se debe comunicar la disponibilidad al AENOR.

Validez de los resultados analíticos de distintos laboratorios.

Ante la diversidad de resultados analíticos entre distintos laboratorios, cabe la duda de cual debe ser el valor de referencia a utilizar cuando se emplea una muestra valorada por varios de ellos como patrón.

Tomar el valor medio podría ser una medida adecuada cuando no hay un laboratorio que sea el de referencia obligada. La categoría de referencia para el laboratorio puede venir establecida, bien porque venga determinada oficialmente o acordada voluntariamente por el colectivo del sector, o bien porque vayamos a aplicar una ecuación de predicción del valor nutritivo que ha sido obtenida por un determinado laboratorio. En este último caso, las muestras utilizadas para obtener la ecuación y los valores analíticos que les fueron asignados por ese laboratorio, son la referencia mas precisa para servir como patrón en el uso predictivo que se pretende dar a los resultados de los análisis. La situación resulta mas favorable cuando el laboratorio obtentor de la ecuación de predicción se encuentra incluido en una red de control analítico y sus resultados est n homogeneizados con los del resto de los laboratorios en control.

Organización del sistema de control.

Surge la necesidad de poner en práctica las ideas que se van presentando en torno a la sistematización de las cadenas de análisis para el control de los laboratorios, así como su extensión a otros laboratorios; la realización de cursillos de formación y homogeneización del personal de los laboratorios; la necesidad de propiciar la presencia en los organismos implicados en el tema a nivel internacional, como el ISO. Asimismo, ante el hecho de que algunas empresas españolas están realizando el contraste de sus muestras en Francia, se plantea la posibilidad de organizar un sistema similar en España. Existe una Directiva Comunitaria sobre control de calidad en los laboratorios. No todos los laboratorios pueden obtener la calificación de laboratorio de calidad, lo que implica el entrenamiento del analizador y el control de los equipos que utiliza.

Se considera que el INIA, que ha propiciado la realización de los anteriores controles analíticos interlaboratorios, debería jugar un papel fundamental en todo el proceso, considerando que los organizadores de estos controles deberían transmitir estas iniciativas, contando con el apoyo de las personas presentes involucradas en estos temas.

COLOQUIO: VALORACIÓN DE ALIMENTOS: CONTROLES, INTERLABORATORIOS

En particular, se considera importante la aportación que pudiera hacer el representante de la CEE.

VALORACIÓN DE ALIMENTOS: CONTROLES, INTERLABORATORIOS

Importancia de los controles interlaboratorios.

El presidente del Comité de Métodos de Análisis de la CEE resalta el interés del trabajo realizado y su adecuación a la política comunitaria en esta materia. Indica que hay 62 métodos oficiales (ISO), cuyo mantenimiento como tales requiere que cuenten con características de repetibilidad y reproducibilidad, de ahí el interés de que se haga llegar al Comité los resultados de este tipo de controles. En estos controles se deberían tener en cuenta las normas ISO para calidad y el método estadístico de separación de los valores externos.

Sugiere que se incorporen a estos Ring-Test laboratorios oficiales de control y laboratorios de empresas, intentar estar en ISO (España no es miembro) y colaborar con AENOR (Asociación Española de Normalización).

Precisiones sobre metodología.

Se señala que la determinación precisa de la materia seca requiere la valoración hasta peso constante, lo que, en ocasiones, puede significar varios días. Esto resulta impracticable en laboratorios de rutina.

Para determinar la humedad residual en muestras secas, las normas ISO indican desecación a $103 \pm 1^\circ\text{C}$, durante 4 horas, método que se ajusta a los resultados obtenidos con el analizador termogravimétrico, que registra de forma continua la pérdida de peso.

Para alimentos húmedos se indica que la estandarización debería centrarse en una desecación durante 20-24 horas, pero definiendo bien las condiciones de realización: tipo de bandeja, velocidad de circulación del aire forzado, temperatura...

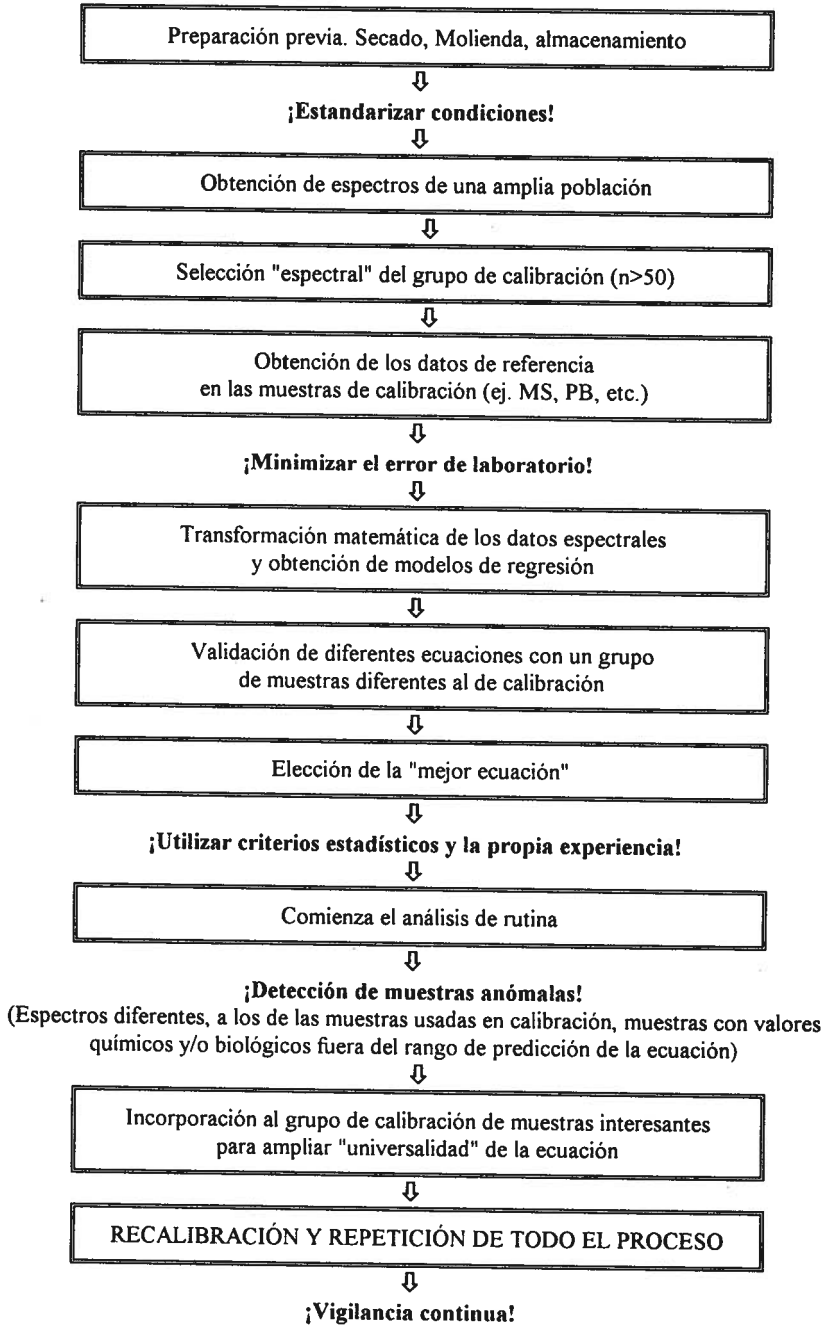
En relación a las condiciones de medida de las fibras NDF, ADF, ADL, en trabajos realizados en Bélgica, se comprobó que el tiempo de hervido afectaba mucho a la ADF y la ADL, pero no a la NDF. En cambio, en Ésta era muy importante preparar muy bien las soluciones y cuidar el lavado final, para estar seguros de que no quedan residuos de detergente en los crisoles.

Se comenta el hecho de que las importantes diferencias analíticas interlaboratorios que aparecen en algunos parámetros, reflejan solo parcialmente las que se pueden producir en la analítica práctica, ya que en este tipo de controles se trabaja con mayor cuidado y se repiten los análisis. Por otra parte, se trabaja con un material homogéneamente preparado para ser analizado (secado y molienda). En este sentido se considera tan importante el estandarizar las condiciones de muestreo y de preparación de las muestras, como los propios análisis, siendo aquellos aspectos que deberán ser considerados también en futuros controles.

cuadrados parciales) y ANNs (redes neuronales). Particularmente el software ISI, especialmente diseñado para el análisis de productos agrícolas por J. Shenk, está siendo de gran valor para la mejora sensible de uno de los pasos críticos en el proceso de calibración, esto es, la selección del grupo de muestras de calibración. El aporte de mayor importancia del mencionado software, radica en el hecho, de que dicho grupo de calibración puede ser obtenido en base a la información "espectral per se". El software incorpora dos algoritmos denominados CENTER y SELECT, el primero diseñado para definir espectralmente la población sobre la que se desea realizar la predicción y el segundo diseñado para seleccionar de dicha población un número de muestras representativas de la misma. Trabajos de Shenk y colaboradores han mostrado la solidez de ambos algoritmos en su aplicación a diferentes poblaciones de forrajes y granos (Shenk y Westerhaus, 1991). Teniendo en cuenta las prestaciones actuales de este software, es posible seguir un esquema de calibración como el que se ilustra en la figura 1.

El tercero de los aspectos que no solo ha limitado el uso del NIRS, sino que ha frenado su desarrollo, deriva del hecho, de un desconocimiento de las posibilidades de la técnica probablemente debido a una falta de información. Si se entiende, que la capacidad predictiva de la técnica, o mejor aún el error de predicción (ETP), lleva implícito el error del método de referencia o error de laboratorio (ETL) y el error de la propia técnica NIRS y si se tienen presentes los altos errores interlaboratorio que para los métodos de referencia (proteína bruta, fibra bruta, digestibilidad "in vitro" etc.) han sido encontrados en diferentes ring-tests, se debería ser cauto antes de atribuir a la técnica, errores claramente no imputables a ella. Es teóricamente imposible que el ETP sea inferior al ETL. Willians (1987) indica que se han identificado unas 30 fuentes de error asociadas al análisis Kjeldhal y que incluso existe un número más elevado de fuentes de error asociadas al análisis NIRS. Es cierto, que en los últimos años, los esfuerzos realizados para reducir el error de laboratorio y el error NIRS están siendo importantes. El número de ring-tests ha incrementado en los últimos años (si bien el paso de obtención de conclusiones y dictámenes de recomendaciones, para reducción de los errores intra e interlaboratorios ha estado más limitado) y de igual forma la mejora instrumental ha sido sensible. Las recomendaciones para el control diario de los equipos, la mejora de los softwares en el sentido de incorporar procedimientos que permitan detectar errores de presentación, etc, han permitido asimismo minimizar los errores asociados a la técnica.

Fig. 1.- Esquema de obtención de ecuaciones de calibración.



Pero quizás el aspecto más importante, que no ha sido suficientemente entendido y explicitado, y que recientemente ha sido claramente expuesto por Shenk et al (1992), en su trabajo sobre "Aplicaciones del NIRS a los productos agrícolas", es el de que existen diferencias entre los métodos de referencia tradicionales y la información de la vibración molecular que obtenemos del espectro. Podríamos ilustrar este hecho con dos ejemplos: la determinación de materia seca en estufa y la determinación de proteína bruta.

Trabajos de Windham et al (1987) mostraban que el NIRS correlaciona mejor con el método de determinación de humedad de Karl Fisher, que con el método universalmente extendido, de secado en estufa a 100°C. La observación de los espectros de muestras secadas a 100 °C en estufa, muestra que alguna humedad está aún presente, además el secado a 100 °C elimina volátiles que son contabilizados como humedad. La cuestión ante estos hechos, es la de ser críticos, en cuanto a los métodos de referencia que estamos utilizando. No cabe atribuir a la técnica NIRS, su incapacidad para correlacionar, con entidades químicas no bien definidas, sería más honesto el reconocer que el secado en estufa a 100°C constituye como otros componentes del sistema Weende, un método de determinación de "humedad bruta".

El segundo ejemplo, de dificultad de relacionar los métodos tradicionales, a los datos espectroscópicos, lo constituye la determinación de proteína bruta, considerada como $N \times 6.25$. Así definido, este método de referencia, constituye una medida de N total, y el nitrógeno por si mismo no tiene respuesta vibracional en NIRS. Por definición pues, la proteína bruta no puede ser medida por NIRS. Sin embargo, el NIRS puede medir vibraciones de enlaces N-H, que son parte de la molécula proteica. En definitiva el NIRS, y el método de referencia Kjeldahl, no miden el mismo tipo de proteína, la correlación entre ambos puede ser variable, dependiendo de la relación existente entre la información N-H y el N total, la cual es función del tipo de muestra. Así los errores de predicción de PB por NIRS para trigo de primavera, el cual contiene un tipo predominante de proteína en una matriz relativamente simple, serán menores, que cuando se trata de predecir proteína de diferentes tipos de trigo (invierno, duro, etc).

Murray (1988) indicaba, que estamos usando la química del siglo XIX, para calibrar tecnología del siglo XX. Las limitaciones y escasa capacidad predictiva, que los métodos clásicos (Weende, Van Soest), han mostrado en numerosas ocasiones, para predecir la respuesta animal (ingestión, ganancia de peso, etc.), es otra razón de peso, para al menos desarrollar algunos esfuerzos de investigación, que permitan mostrar la capacidad de la información espectral per se, para predecir directamente la respuesta animal (digestibilidad, ingestión, etc.), sin recurrir a la predicción de entidades químicas no bien definidas. El problema en este caso radica, en un cambio en la forma tradicional de evaluar la calidad de los alimentos. En tanto en cuanto no seamos capaces de reconocer, que los métodos de referencia tradicionales, si bien son el resultado del

esfuerzo de generaciones de nutricionistas, para caracterizar alimentos y elaborar tablas de composición y valor nutritivo que han sido de gran utilidad en el pasado, pero que en la mayoría de los casos, tienen un moderado valor para la predicción de la respuesta animal, no estaremos abiertos a nuevas tecnologías que no solo permitan mejorar dicha predicción, sino que además, posean ventajas adicionales, como las que se atribuyen a la técnica NIRS, esto es: velocidad, no destrucción de muestra, técnica no contaminante, económica etc.

La última, pero no menos importante razón, para las falsas expectativas del NIRS ha sido, la clara evidencia de las dificultades para la transferencia de ecuaciones y/o espectros entre equipos incluso del mismo fabricante. Este aspecto ha sido puesto claramente de manifiesto por Flinn y Murray (1992). Incluso en el caso de que dos instrumentos sean perfectamente ajustados teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante, aún persisten diferencias entre ambos debidas a la fuente de luz, sistema óptico, detectores etc. Esas diferencias complican y en la mayoría de los casos impiden la transferencia de ecuaciones y/o espectros entre instrumentos (Dardenne et al., 1992). El primer método propuesto para mejorar la consistencia en el valor del dato predicho en diferentes instrumentos incluidos en una red NIRS, consistía en el ajuste de los valores predichos en cada instrumento "satélite" para eliminar el sesgo y/o pendiente observados. En 1986 se propuso un método de ajuste basado en el uso de 30 muestras de referencia, que se usaban para ajustar los coeficientes y las longitudes de onda de cada ecuación a transferir. De esta forma, la ecuación modificada podía ser usada en diferentes instrumentos sin posterior ajuste de pendiente y/o sesgo. En la 3rd International NIRS Conference celebrada en Bruselas en 1990, se presentaba una comunicación que describía un procedimiento que desde 1987 venía siendo utilizado por J. Shenk y cols., el cual permitía el clonado de instrumentos usando 30 muestras selladas. Con este método, ni los valores analíticos ni las ecuaciones necesitan ser ajustados, es el propio espectro recogido en un instrumento "satélite" el que se ajusta de forma que sea igual o similar al de la misma muestra recogido su espectro en un instrumento "master". Posteriormente, este procedimiento ha sido simplificado de tal forma, que es posible realizar el clonado entre monocromadores usando una sola muestra (Shenk, 1991, 1992). El procedimiento de clonado desarrollado por Shenk y cols. se encuentra incluido en el software ISI y su uso y limitaciones ha sido discutido recientemente (Dardenne, 1992).

I.- ¿Puede el NIRS ayudar a los nutricionistas animales en sus trabajos de I+D?

Una vez que las limitaciones del NIRS han sido definidas, es el momento de dar algunos ejemplos de las posibilidades de utilización del NIRS en nuestros trabajos de I+D. La Tabla 1, recoge aquellos parámetros de evaluación del valor nutritivo, que han sido mas frecuentemente analizados por NIRS.

Tabla 1.- Parámetros de evaluación nutritiva tradicionalmente analizados por NIRS.

QUÍMICOS	BIOLÓGICOS
Materia Seca	Digestibilidad "in vitro"
Proteína Bruta	Digestibilidad celulasas
Fibra Bruta	Digestibilidad "in vivo"
Fibra Ácido Detergente	Nutrientes Digestibles Totales
Lignina Ácido Detergente	Proteína Bruta Digestible
Extracto Etéreo	Ingestión de materia seca
Cenizas	Energía Metabolizable
Minerales	Energía Neta

Un trabajo de hace ahora diez años (Templeton et al., 1983) ya indicaba, que los errores asociados con los análisis químicos y/o biológicos de forrajes en seis laboratorios incluidos en una red NIRS nacional, eran similares o superiores a los asociados a los análisis NIRS. Estos resultados fueron posteriormente corroborados en un ring test europeo ,entre cuyos objetivos se encontraba, el de conocer la reproducibilidad de los análisis NIRS en ensilado de hierba. En general, los resultados obtenidos mostraban, que los coeficientes de variación inter-laboratorio de los análisis NIRS eran mejores, que los obtenidos en otros ring-test para los métodos de referencia (Van der Meer and Eckes, 1987). Si tenemos en cuenta estos resultados y consideramos, que por ejemplo, el tiempo necesario para obtener un dato de digestibilidad "in vitro" T&T usando el método clásico, es aproximadamente de una semana y que sin embargo este dato podría ser obtenido por NIRS en unos segundos, pensamos que sin duda alguna el NIRS puede contribuir de forma importante, a aliviar la pesada carga analítica derivada de proyectos I+D, de evaluación de la calidad nutritiva de alimentos.

Como se ha indicado anteriormente, en el momento actual es posible, seleccionar un número de muestras representativas de la variación existente en una amplia población (mas de dos mil muestras), usando solamente la información espectral.

Desde el siglo 19 hasta la actualidad, los nutricionistas han estado interesados en encontrar parámetros químicos ó biológicos (Weende, Van Soest, "in vitro", digestibilidad enzimática etc.) para la predicción de la respuesta animal. Sin embargo, en numerosas ocasiones se han mostrado, las limitaciones y modesta capacidad predictiva

de dichos métodos. Desde el comienzo del análisis NIRS de forrajes, tiempo en el cual Norris et al (1976) describían la primera predicción NIRS de la ingesta, un elevado número de trabajos publicados ha mostrado, que la predicción NIRS de la respuesta animal es posible usando datos de referencia precisos y que incluso el NIRS podría ser un mejor predictor, que cualquiera de los métodos de referencia utilizados o combinaciones de los mismos. Un ejemplo de esto lo constituye el trabajo de Barber et al (1990), en el que se comparan la capacidad predictiva de la DMO de ensilado de hierba usando diferentes predictores: MADF (fibra ácido detergente modificada), LIGA (Lignina acetil-bromuro), PCOMD (DMO pepsina-celulosa), IVOMD (digestibilidad in vitro de la materia orgánica) y NIRS. Los resultados mostraban, que la mejor predicción de la DMO de 48 ensilados, que no habían intervenido en la obtención de las ecuaciones, se obtenía utilizando el NIRS ($R^2=0.76$; ETP=2.5%) seguida de la IVOMD ($R^2=0.64$; ETP=3.6). En opinión de los autores, el uso de otros métodos (MADF, LIGA o PCOMD) no estaría justificado debido a los bajos valores de R^2 obtenidos (0.20, 0.14 y 0.40).

La mayor parte de las aplicaciones NIRS reflejadas en la bibliografía hacen referencia al análisis de los parámetros indicados en la Tabla 1. Es importante el expandir el NIRS hacia nuevos campos de aplicación, desarrollando nuevas aplicaciones en otros alimentos o productos animales y otros constituyentes o parámetros de calidad. Las aplicaciones del NIRS dentro del terreno de la Producción Animal no se encuentran limitadas a trabajos de nutrición, son asimismo posibles aplicaciones en trabajos de mejora genética, clínica animal, control de calidad de productos etc. En la Tabla 2 se muestran algunas aplicaciones recientes del NIRS en trabajos de I+D en Producción Animal. Un resumen de alguno de ellos se expone a continuación:

La detección de estro representa uno de los limitantes para el uso óptimo de la IA y es sabido que en vacuno existe variabilidad en la manifestación del estro. Clark et al (1990) mostraron la capacidad del NIRS para la detección del estro usando como parámetro de referencia los niveles de estrógenos presentes en muestras de mucus vaginal.

El NIRS puede ser usado para analizar residuos de la digestión "in situ" (sacos de nylon) de muestras de forraje (Reeves et al 1991). El tiempo y esfuerzo que se podría ahorrar con esta aplicación debería ser considerado.

Se ha realizado una gran cantidad de trabajo en la búsqueda de predictores, de la posible mejora en digestibilidad de las pajas de cereal tras tratamiento con amonio. Chesson y Murrison (1989) indican, que ninguno de los métodos existentes han mostrado una adecuada capacidad predictiva de dicha mejora. Murray y Garrido (1991) encontraron una correlación ($R=0.66$) entre la segunda derivada de los datos espectrales de 35 pajas no tratadas y el incremento en digestibilidad causado por el tratamiento con

amonio. Si bien se están realizando trabajos adicionales en el Dpto de P. Animal de la ETSIAM de Córdoba, los resultados hasta aquí obtenidos indican, que es posible diferenciar (solo en base a la información espectral de las pajas antes de ser tratadas) aquellas pajas que mejorarán sensiblemente con el tratamiento con amonio de las que no experimentarán mejora alguna.

Tabla 2.- Recientes aplicaciones del NIRS en trabajos de I+D en Producción Animal.

Detección de estro	Contaminación fúngica en forrajes y granos
Colágeno en carne fresca	Digestión pared celular
Linoleico en huevos	Ac, Pr, Bu y N-amoniaco en líquido de rumen
Composición de la lana	Cinética de degradación en el rumen
Ácidos grasos en grasa de cerdo	Composición de residuos de digesta "in sacco"
Humedad, grasa, proteína y pH en pescado	Mejora de digestibilidad en paja de cereal tras tratamiento con amonio
Color y contenido en sal en salmón ahumado	Glucosinolatos, fenoles, ácido erúxico, inhibidor tripsina en granos y forrajes
Fraciones caseínicas en leche de cabra	pH, láctico, acético, amonio, azúcar en ensilados
Oxido crómico en dietas animales	Azúcares solubles en hierba verde
Proteína dañada por calor en forrajes	

La determinación del nivel de factores antinutritivos (FANs) es de gran importancia en la evaluación nutricional de alimentos, sin embargo los métodos químicos para su determinación son laboriosos, lentos y de alto costo. El NIRS puede determinar varios de estos ANFs simultáneamente (Salgó et al., 1992). Roberts (1992) mostraba que el NIRS puede ser usado para la cuantificación de contaminación fúngica de forrajes y granos.

Podríamos indicar muchas otras interesantes aplicaciones en el terreno de la Producción Animal, pero el tiempo y el espacio son limitados. Sólo indicar, que la versatilidad de aplicaciones de la técnica, y por tanto las posibilidades de uso compartido, es otra de las razones que en la actualidad no justifican, la escasa

implantación de la misma, en razón del alto coste de equipos. A modo de ejemplo diremos, que la Universidad de Córdoba, posee un Servicio Centralizado NIRS que está siendo utilizado por miembros de diferentes Departamentos (Agronomía, Producción Animal, Genética etc.). Es evidente, que soluciones similares podrían ser adoptadas por otras Universidades y Centros de Investigación.

Son ya muchos los países en los que la técnica NIRS se encuentra introducida a nivel de investigación, y otros en los que asimismo el análisis de rutina en el asesoramiento es ya una realidad. A continuación daremos algunos ejemplos de uso del NIRS en trabajos de asesoramiento en varias Instituciones de otros países europeos, ya que otros ponentes harán referencia a esta actividad en el caso español. Es evidente, que los ejemplos que mencionaremos no son afortunadamente los únicos. Fueron elegidos considerando, el nivel de información que los autores de esta ponencia poseían sobre las actividad NIRS de dichas Instituciones.

Un primer ejemplo lo encontramos en el caso de Bélgica, donde se creó la primera red NIRS europea utilizando el procedimiento ISI de clonación. En 1987, la Station de Haute Belgique (SHB) del Ministerio de Agricultura Belga creó una red de instrumentos NIRS (Biston y Dardenne, 1990, Dardenne et al, 1992) e inició un proyecto llamado REQUASUD para proporcionar un servicio rápido de análisis a agricultores y ganaderos. Esta red NIRS comenzó trabajando con seis instrumentos PSCO 4250 y dos Technicón 400 todos ellos clonados a un equipo master. En 1990 el número de alimentos analizados se ha sido ampliado incluyendo cereales, forraje verde, heno, maíz (planta entera y ensilado) y piensos compuestos (Dardenne, 1993).

Un segundo ejemplo lo constituye el caso de Dinamarca. Los ganaderos daneses son asesorados por una red de Agencias Locales gestionadas por el National Committee of Danish Cattle Husbandry situado en Aarhus y el ARC situado en Foulum. Los centros locales recogen aproximadamente 18.000 muestras de forraje/año que son enviadas a un laboratorio central situado en Brorup (Steins Laboratorium) donde son analizados por NIRS, y predichos los valores de constituyentes como MS, PB, FB, cenizas, $DMO_{T\&T}$ grasa, azúcares y almidón. Estos valores predichos se transmiten diariamente a la base de datos de Aarhus, allí los datos son convertidos a las unidades energéticas vigentes oficialmente (Scandinavian Feed Units) y los resultados son puestos rápidamente a disposición de los técnicos asesores para su uso en planes de racionamiento. Cada año un 5% de las muestras que llegan al laboratorio para análisis NIRS, son asimismo analizadas por los métodos de referencia. En 1.992 los errores de predicción (ETP) y los coeficientes de determinación (R^2) para la $DMO_{T\&T}$ en las muestras testadas oscilaron desde 1.06% a 1.62% y 0.92-0.97 respectivamente dependiendo del tipo de forraje (Sorensen, 1993).

El último ejemplo es el relativo al trabajo realizado por el ADAS en el Reino Unido. El ADAS proporciona servicios de asesoramiento y análisis de alimentos a agricultores y ganaderos de Inglaterra y Gales. En Escocia este servicio es realizado por el Scottish Agricultural College (SAC) y en el Norte de Irlanda por el Departamento de Agricultura de Irlanda del Norte (DANI). Los laboratorios de ADAS generalmente analizan unas 10000 muestras de ensilado de hierba al año, junto a un elevado número de muestras antes de ser ensiladas y algunas muestras de henos. El valor energético del ensilado es estimado por NIRS, calibrado directamente usando valores de DMO "in vivo" como referencia. Las mismas ecuaciones se encuentran en uso en ADAS, SAC y DANI (Givens, 1993).

II. ¿Cómo podrían contribuir a un uso mas creativo del NIRS diferentes nutricionistas animales implicados en trabajos diversos dentro del área de P. Animal?

Existen numerosas razones para justificar la responsabilidad de los nutricionistas animales, para colaborar en la adopción de la técnica NIRS como herramienta en trabajos de investigación, desarrollo y educacionales.

EL NIRS es un almacén de información, la cantidad y calidad de la información almacenada no puede ser sólo responsabilidad de aquellos que poseen equipos NIRS. Diferentes instituciones de financiación pública (nacionales y/o internacionales), vienen invirtiendo en proyectos que generan un número importante de muestras con información química y biológica. La no destrucción de muestras generadas de esos proyectos, el almacenamiento de su espectro, el registro de sus características agronómicas y nutricionales y el establecimiento de un sistema de conservación a largo plazo de estas muestras valoradas (Banco de Muestras), contribuirá sin duda, no solo a un mejor uso del NIRS sino que también posibilitará un medio de adicionar nueva información en el futuro.

En Febrero de 1993 el IAMZ-CIHEAM tomó la iniciativa de coordinación del proyecto titulado "Mediterranean network for the calibration of nutritional parameters of alfalfa hay using NIRS". Un total de 18 equipos de investigación, pertenecientes a siete países de la cuenca mediterránea, participarán en dicho proyecto. Dicho proyecto constituye un ejemplo de trabajo de colaboración científica (quizás único en el mundo), particularizado para un producto (heno de alfalfa), pero con una metodología generalizable a la totalidad de alimentos animales. Confiamos sin lugar a dudas, que iniciativas como ésta, contribuirán de forma significativa a la armonización de la evaluación de alimentos.

REFERENCIAS

- Barber, G.D., Givens, D.I., Kridis, M.S., Offer, N. W. and Murray, I. (1990). Prediction of the organic matter digestibility of grass silage. *Animal Feed Science*

- and Technology, 28: 115-128.
- Barton II, F.E. and Himmelsbach, D.S. (1992). NIRS in agriculture: its birth, growth and future. In: Making Light Work: Advances in Near Infrared Spectroscopy. Ian Murray and Ian Cowe (eds). VCH. pp: 210-216.
 - Biston, R. and Dardenne, P. (1990). Testing a Network of Eight NIR Instruments for Analysing of Wheat and Forage. In: The Proceedings of the 2nd International NIRS Conference. Iwamoto, M. and Kawano, S. (eds). Koring Publishing; Ltd., Japan. pp: 11-20.
 - Burns, D.A. and Ciurczak, E.W. (1992). Handbook of Near-Infrared Analysis. Marcel Dekker, Inc. NY., 681 pp.
 - Clark, D.H. Marcinkowski, D. P and Lamb, R.C. (1990). Estrus detection with Near Infrared Transmittance Spectroscopy. In: The Proceedings of the 2nd International NIRS Conference. Iwamoto, M. and Kawano, S. (eds). Koring Publishing; Ltd., Japan. Int. Conf. pp:119-124.
 - Chesson, A. and Murrison, S.D. (1989). Biochemical evaluation of straw as feedstuff for ruminants. In: Evaluation of straws in ruminant feeding. Chenost, M. and Reiniger, P. (eds). Elsevier Applied Science, pp: 124-133.
 - Dardenne, P., Biston, R., and Sinnaeve, G. (1992). Calibration Transferability across NIR instruments. In: Near Infrared Spectroscopy: Bridging the Gap between Data Analysis and NIR Applications. Hildrum, K.I., Isaksson, T., Naes, T. and Tandberg, A. (eds). Ellis Horwood, N.Y. pp: 435-458.
 - Dardenne, P. (1993). Personal Communication.
 - Flinn, P.C. and Murray, I. (1992). Sample, instrumental and seasonal influences on the performance of NIR calibrations in feed analysis. In: "Making Light Work: Advances in Near Infrared Spectroscopy". Ian Murray and Ian Cowe (eds). VCH. pp:252-263.
 - Givens, D.I. (1993). Personal communication.
 - Martens, H. and Martens, M. (1992). NIR spectroscopy-applied philosophy. In: Near Infrared Spectroscopy: Bridging the Gap between Data Analysis and NIR Applications. Hildrum, K.I., Isaksson, T., Naes, T. and Tandberg, A. (eds). Ellis Horwood, N.Y. pp.1-10
 - Marten, G.C.; Shenk, J.S. and Barton, F.E. (1985). Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS): Analysis of Forage Quality. USDA. ARS. Agriculture Handbook N° 643. 95 pp.
 - Murray, I. (1988). Analytical Applications of Spectroscopy. Creaser, C.S. and Davies, A.M.C. (eds). Royal Society of Chemistry, London.
 - Murray, I. (1990). Applications of NIRS in Agriculture. In: The Proceedings of the 2nd International NIRS Conference. Iwamoto, M. and Kawano, S. (eds). Koring Publishing; Ltd., Japan. Int. Conf. pp: 11-20.
 - Murray, I. and Garrido, A (1991). NIR spectral characteristics of ammonia treated and untreated cereal straws. In: Proc of the 3rd Int. Conf. on NIRS. Biston, R. and Bartiaux-Thill (eds). A.R.C. Gembloux, Belgium. pp: 610-615.
 - Norris, K.H.; Barnes, R.F., Moore, J.E. and Shenk, J.S. (1976). Predicting Forage Quality by Infrared Reflectance Spectroscopy. J. Anim. Sci. Vol 43, 4: 889-897.
 - Osborne B.G. and Fearn T. (1986). Near Infrared Spectroscopy in Food Analysis. Longman Scientific and Technical. Halow, Essex, Englad.
 - Paul C.H. (1987). CEC-Collaborative study on NIR analysis of grass silage. In: Forage quality analysis by Near Infrared Reflectance Spectroscopy. CEC, 3-4, December 1987. Brussels, Belgium.

- Reeves, J.B., Blosser, T.H. and Glenn, B.P. Near infrared spectroscopic analysis on in situ (nylon bag) digested forage samples. In: Proc of the 3rd Int. Conf. on NIRS. Biston, R. and Bartiaux-Thill (eds). A.R.C. Gembloux, Belgium. pp: 492-495.
- Roberts, C.A. (1992). Quantification of fungal contaminants in forage and grain. In: Making Light Work: Advances in Near Infrared Spectroscopy. Ian Murray and Ian Cowe (eds). VCH. pp:352-356.
- Salgó, A., Fabian, Z., Ungár, E. and Weinbrenner Varga Z.S. (1992). Determination of anti-nutritive factors by near infrared techniques in rapeseed. In: Making Light Work: Advances in Near Infrared Spectroscopy. Ian Murray and Ian Cowe (eds). VCH. pp:336-341.
- Shenk, J.S. (1991). Standardizing NIRS instrument. In: Proc. of the 3rd Int. Conf. on NIRS, Biston, R. and Bartiaux Thill (eds). ARC, Gembloux, Belgium, pp: 649-654.
- Shenk, J.S. (1992). Networking and calibration transfer. In: Making Light Work: Advances in Near Infrared Spectroscopy. Ian Murray and Ian Cowe (eds). VCH. pp:223-228.
- Shenk, J.S., Workman, J.J., Jr., and Westerhaus, M.O. (1992). Application of NIR Spectroscopy to Agricultural Products. In: Handbook of Near-Infrared Analysis. Marcel Dekker, Inc. NY., pp. 383-427.
- S_ensen, P. (1993). Personal communication.
- Templeton, W. C. Jr., Shenk, J.S., Norris, K.H. and others (1983). Forage analysis with near-infrared reflectance spectroscopy-status and outline of national research project. In: Proc. 14th. Int Grassl. Cong., pp:528-531. Lexington, K.Y. Westview Press, Boulder, C.O.
- Van der Meer, J.M. and Eckes, F.C. (1987). CEC-Collaborative study on NIR analysis of grass silage. In: Forage quality analysis by Near Infrared Reflectance Spectroscopy CEC, 3-4, December 1987. Brussels, Belgium. pp: 48-58.
- Williams, P. and Norris, K. H. (1987). Near Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries. Williams, P.C. and Norris, K.H. (eds). American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA.
- Williams, P.C. and Sobering, D.C. (1992). Objective prediction of functionality by near infrared technology. In Making Light Work: Advances in Near Infrared Spectroscopy. Ian Murray and Ian Cowe (eds). VCH. pp: 217-222.
- Williams, P.C. (1987). Variables affecting Near Infrared Reflectance Spectroscopic Analysis. In Near Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries. Williams, P.C. and Norris, K.H. (eds). American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA. pp: 143-167.

Ponencia XVII
APLICACION DE LA TÉCNICA NIRS EN EL
LABORATORIO AGRARIO DE CABRILS (1987-1993)

A. PUIGDOMENECH (*)
M. ARAGAY ()**

(*) Laboratori Agrari de Cabrils (DARP, Generalitat de Catalunya.

**APLICACION DE LA TECNICA NIRS EN EL LABORATORIO AGRARIO DE
CABRILS (1987-1993).**

A. Puigdomènech y M. Aragay
Laboratori Agrari de Cabrils (DARP, Generalitat de Catalunya).

1) INTRODUCCION

En el trabajo que se presenta se pretende plasmar el proceso que se ha seguido en el **Laboratorio Agrario de Cabrils** desde la instalación del primer instrumento Nirs hasta la aplicación de la técnica en rutina.

Dicho Laboratorio perteneció al Estado desde 1977 hasta 1984 (Lab. Regional del Nordeste). En el año 1985 fue traspasado a la Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Cataluña.

En el año 1987 en la Unidad de análisis de forrajes se optó por la utilización de la Técnica Nirs en el cálculo del valor nutritivo de forrajes y subproductos por tres razones fundamentales

1) aumentar la eficacia en el servicio al ganadero, gracias a la espectacular disminución en los tiempos de análisis, una vez obtenidas las ecuaciones de calibración correspondientes

2) Contribuir al aumento del uso de técnicas no contaminantes, puesto que no se utiliza ningún reactivo ni se destruye la muestra.

3) Aumentar la rentabilidad de los análisis, bien seguro, a largo plazo, puesto que la etapa de calibración es muy laboriosa.

Los instrumentos utilizados se especifican a continuación: Mod. Monocromador 6250 (Neotec) y Mod. de filtros rotatorios 3000 (Neotec). Los softwares empleados han sido: NSAS y ISI.

Los solicitantes más frecuentes de los análisis en nuestro Laboratorio son : las Oficinas comarcales y cooperativas, que ofrecen soporte económico y asesoramiento al ganadero, Escuelas de F.P. , Universidades y otros centros de investigación-desarrollo y también Empresas Públicas y privadas o bien el propio ganadero directamente.

Los análisis de forrajes que se solicitan a este centro suelen ir dirigidos a:

Aumentar las bases de datos que se utilizan en las evaluaciones nutricionales y en el cálculo de raciones.

Estudios experimentales de mejoras de especies, variedades, tipos de fertilización, momentos óptimos de recolección y condiciones de los distintos estados de conservación: Verde, heno, ensilado y deshidratado.

Siempre se ha considerado de suma importancia la buena caracterización e

identificación de las muestras que llegan al centro, para poder así constituir bases de datos sólidas. Así para cada muestra se rellena una hoja de caracterización en la que se especifican:

Referencia, fecha de recogida de la muestra, lugar de recogida, núm. de corte, tamaño del corte, situación del campo (Sol o sombra), aportación de productos al suelo, composición del forraje, estado de conservación, Kg./ha. recogidos, destino , tipo de producción que interesa (Leche o carne).

Los parámetros que se entregan en el boletín de análisis son: Materia seca total, Cenizas, Calcio, Fósforo, Magnesio, Extracto etéreo, Proteína bruta, Fibra bruta, Fibra ácido-detergente, Fibra neutro-detergente y Lignina ácido-detergente.

Los parámetros optativos son: Potasio, Materia orgánica de las paredes celulares, Sílex, Hemicelulosa , Celulosa y Proteína soluble.

Los parámetros que se obtienen por cálculo son: Proteína digestible, E.N.L. y U.F.L.

2) PLANTEAMIENTO INICIAL Y ESTRATEGIA

En primer lugar se realizó un estudio de las poblaciones previsibles de análisis, distinguiéndose dos grupos bien diferenciados:

1) Poblaciones cerradas:

Definimos población cerrada como aquella formada por un grupo fijo de muestras para la que interesa desarrollar ecuaciones de calibración específicas y no está previsto que dichas ecuaciones sean aplicadas a muestras futuras. Consideramos que era la situación mas apropiada para realizar las primeras pruebas de aplicación de la técnica Nirs puesto que el factor crítico de la misma: conseguir que las muestras de rutina estuvieran totalmente representadas en los archivos de calibración era fácilmente controlable. Esto es, disponíamos del total de las muestras antes de hacer la selección de calibración, y a partir de los espectros de las mismas podemos encontrar un número determinado de ellos, que representaran el total de la población, pudiendo realizar la rutina de análisis Nirs en el resto. Las más típicas de esta situación son las que proceden de campos de experimentación.

2) Poblaciones abiertas

Definimos población abierta como aquella formada inicialmente por un grupo fijo de muestras, para la que se desarrollan ecuaciones de calibración provisionales, que se aplicarán a futuras muestras. Se va incrementando la variabilidad del archivo de calibración incluyéndole las que van llegando al Laboratorio y se desarrollan nuevas ecuaciones. Así , dentro de unos límites, cada vez será menor el número de futuras muestras no representadas en las bases de datos.

La estrategia de calibración debía plantearse para lograr el siguiente objetivo:

Poder analizar en rutina mediante la técnica Nirs cualquier muestra de forraje procedente de Cataluña. Para lograrlo, hacía falta disponer de archivos de calibración muy completos con muestras representativas de todo el ámbito geográfico de especies, variedades, Estados de conservación (Verde, Heno, ensilado y deshidratado), estadios vegetativos, cortes, aportaciones al suelo, manejos del agricultor y climatología (representada en recolección de muestras en distintos años y comarcas). Hay que tener en cuenta que en Cataluña las zonas productivas son muy variadas: desde alta montaña, con predominio de prados naturales, hasta secano, lo cual supuso aceptar, no sin dificultades, que el camino a recorrer antes de poder aplicar una rutina de análisis fiable, duraría 5 años (1987-1991).

Para alcanzar la meta expuesta, había dos planteamientos de toma de muestras posibles:

A) Toma de muestras especialmente diseñada para las calibraciones Nirs y basada en Diseño experimental .

Esta opción hubiera sido la más perfecta, y quizás la obligada en un centro de investigación para conocer " a priori " todos los factores que influyen en los distintos productos y así poder hacer una toma de muestras con una representatividad muy elevada de las futuras muestras de rutina.

Ahora bien, en un Laboratorio básicamente de control, como es el nuestro, tenía los siguientes inconvenientes:

1) Imposibilidad de hacernos cargo de los campos de experimentación necesarios, y dificultades para encontrar centros que hubieran podido efectuar estos ensayos, en períodos tan largos de tiempo y en la diversidad de especies y variedades existentes en Cataluña.

2) Aunque se hubiera alcanzado el punto 1), el otro inconveniente, hubiera sido que no se hubieran desarrollado ecuaciones de calibración hasta el final del proceso .

B) Toma de muestras basada en el material existente año a año y no expresamente concebido para calibraciones Nirs.

La idea de esta segunda opción consistía en aprovechar todas las muestras recibidas en el laboratorio (a excepción de las anteriores a 1987 ya que se había empleado un molino distinto en su tratamiento) inicialmente no dirigidas al desarrollo de calibraciones Nirs. Además se solicitó a los técnicos de las oficinas comarcales que enviaran muestras representativas de las que los ganaderos utilizan. El inconveniente en la opción B ha sido la limitación en la variabilidad de estadios vegetativos de nuestras bases de datos de calibración, puesto que la recogida de forrajes destinados a henificar, ensilar o a suministrar directamente al animal, no se suelen hacer en todos los estadios vegetativos posibles, sino en los óptimos para la función que se requiere.

Este hecho hacía muy necesario utilizar controles de similitud entre las muestras

de rutina y las de calibración, para evitar el uso de la Técnica Nirs en situaciones significativamente distintas a las representadas en la calibración.

Escogimos la opción B), puesto que era la más adecuada a los medios disponibles en nuestro centro, aceptando de entrada que las primeras ecuaciones provisionales no permitirían analizar en rutina el 100% de muestras que llegaran al laboratorio, pero que año a año se iría incrementando dicha aplicabilidad.

3) SELECCION DE LOS GRUPOS DE CALIBRACION

Los criterios de clasificación de las muestras de forrajes para generar los distintos archivos de calibración han sido los siguientes:

Nivel 1:

Según especies y estados de conservación: Así, se han desarrollado ecuaciones distintas para: Alfalfa heno, Alfalfa verde, Maiz ensilado, Maiz verde, Ray-grass ensilado, ray-grass heno, Prado natural heno, Prado natural verde, Cereales ensilados, Cereales heno. Otros grupos tales como alfalfa ensilada etc. no se han calibrado por considerar insuficiente el número y la calidad de las muestras disponibles.

Los constituyentes calibrados para cada grupo han sido: Humedad (103°), Cenizas, Calcio, fósforo, Magnesio, extracto etéreo, Proteína bruta, Fibra bruta, Fibra ácido-detergente, Fibra neutro-detergente y lignina ácido-detergente.

Nivel 2 :

En el nivel 1, se elaboran las ecuaciones a partir de grupos lo más homogéneos posible. En el nivel 2, se intenta agrupar distintos archivos para hacer ecuaciones mixtas, tales como Alfalfa-Raygrass etc., comparando los errores estándar de predicción de las ecuaciones particulares, respecto de los de las ecuaciones globales y valorando si los probables incrementos de errores de predicción son aceptables.

4) APLICACION DE LA TECNICA NIRS EN UNA POBLACION CERRADA DE CEREALES FORRAJEROS (Verde).

Seguidamente, se expone a modo de ejemplo, la metodología de calibración que utilizamos en los primeros estudios de aplicación de la técnica Nirs a una población cerrada de cereales en verde.

El objetivo era elaborar ecuaciones de calibración válidas únicamente para un conjunto de 529 muestras de trigo, cebada, avena y triticale en verde, procedentes de campos experimentales y empezar a tomar experiencia en una situación simple, en la que se eludía la problemática inherente a la diversidad geográfica, climática y de manejo. El proceso seguido fue:

Toma de espectros.

Selección de los espectros representativos del total (87 para calibrar y 28 para

validar).

Análisis de referencia para las muestras anteriormente escogidas.

Desarrollo de las ecuaciones de calibración, según el método stepwise, y validaciones correspondientes.

Análisis en rutina para el resto de muestras: 529-115 = 414.

Los estadísticos calculados en la Calibración-Validación pueden verse en la Tabla 1:

Tabla 1: Estadísticos de calibración y validación en la aplicación de la Técnica Nirs a una población cerrada de cereales en verde.

ANALISIS	MEDIA	SEC	RSQ	SEV	RSQ Val.
H(103)	8,30	0,29	0,97	0,25	0,98
C	6,24	0,52	0,91	0,43	0,94
CA	,31	0,045	0,75	0,045	0,75
P	,19	0,026	0,75	0,026	0,76
MG	,11	0,014	0,49	0,014	0,25
EE	2,64	0,27	0,89	0,28	0,89
PB	11,10	0,48	0,97	0,46	0,97
FB	22,34	0,73	0,94	0,89	0,88
FAD	24,96	0,84	0,94	0,90	0,88
FND	47,33	1,66	0,90	1,42	0,92
LAD	2,97	0,28	0,82	0,30	0,79

Se observa que en la mayoría de constituyentes los errores estandar de calibración y de validación son del mismo orden, menos en algunos en los que el de validación es inferior al calibración. En poblaciones abiertas y validaciones externas, difícilmente se daría este caso. La interpretación de este hecho está en la forma de escoger el archivo de muestras de validación, que es muy parecido al de calibración pero tiene representados menos factores de variabilidad.

Otro elemento a comentar son los bajos coeficientes de correlación de los constituyentes: Calcio, fósforo y Magnesio que son interpretables en base a las

siguientes razones :

- a) El bajo rango de variación de las propias concentraciones de referencia.
- b) La poca cantidad en la que estan presentes, teniendo en cuenta que la Técnica Nirs no destaca precisamente por su capacidad de cuantificar elementos minoritarios.
- c) La necesidad de encontrar relaciones indirectas entre dichos elementos y los valores espectrales.

La repetibilidad de los análisis nirs, para cada constituyente puede verse en la tabla 2:

Tabla 2: repetibilidad medida como desviación típica de 25 análisis Nirs realizados en una misma muestra en las distintas condiciones de temperatura, humedad ambiental y diferencia de operadores en el llenado de cápsula que previsiblemente habrá en rutina.

ANALISIS	MEDIA	SD
H(103)	9.79	.17
C	7.17	.15
Ca	.33	.01
P	.21	.006
Mg	.09	.002
Ee	3.06	.064
Pb	12.00	.16
Fb	22.90	.23
Fad	25.55	.30
Fnd	45.26	.46
Lad	2.64	.05

5) APLICACION DE LA TECNICA NIRS EN POBLACIONES ABIERTAS.

La metodología seguida en la sucesiva obtención de ecuaciones se refleja a continuación:

Etapa 1: Período 1987-1989

Todas las muestras recibidas durante 1987,1988 y 1989 se analizaron por los métodos de referencia y se tomaron con las mínimas diferencias de tiempo posible (máximo 1 semana) los espectros correspondientes. Se elaboraron las ecuaciones de calibración según los métodos step-up y stepwise, y se efectuaron las validaciones correspondientes .

Etapa 2: 1990:

Se analizaron por los métodos de referencia y tomaron los espectros de todas las muestras recibidas durante 1990 al igual que en la etapa 1. Se utilizaron estos datos como archivo de validación externa de las ecuaciones de la Etapa 1, para saber si valía la pena empezar la rutina de análisis en años posteriores. Se concluyó que no, pues el % de muestras con espectros "outliers" (aberrantes) , es decir significativamente distintos a los utilizados en la calibración fue muy elevado.

Etapa 3: 1991

Se analizaron utilizando los métodos de referencia y tomaron los espectros de todas las muestras recibidas durante 1991 al igual que en la etapa 1.

Se elaboraron las ecuaciones de calibración según el método PLS y se efectuaron validaciones internas con las muestras de los años 1987/88/89/90. Se realizó una validación externa de las ecuaciones de la Etapa 2 con las muestras recibidas durante 1991. El % de " outliers" espectrales fue muy inferior al obtenido en la Etapa 2, por lo cual se decidió iniciar la rutina de análisis en el año siguiente.

Etapa 4: 1992

Se tomaron los espectros de todas las muestras recibidas durante 1992. Se analizaron por Nirs aplicando las ecuaciones desarrolladas en la etapa 3. Aquellos espectros no significativamente distintos a los utilizados en la calibración, no se consideraron "outliers" espectrales y por lo tanto se aceptó su resultado de rutina. Por el contrario, aquellos espectros significativamente distintos a los utilizados en la calibración fueron "outliers" espectrales y se rehusó su resultado de rutina, es decir fue necesario realizar los análisis de referencia para este tipo de muestras, las cuales pasaron a incrementar las bases de datos de calibración, aumentándo así progresivamente la variabilidad representada.

Seguidamente se elaboraron nuevas ecuaciones de calibración con muestras de 1987/88/89/90 y con los "outliers" de 1992.

Se realizó una validación externa de las ecuaciones de calibración obtenidas en la etapa 4 con los espectros del año 1991, para poder comparar dichas validaciones.

Se constató lo previsible: El % de "outliers" espectrales de la etapa 4 fue muy inferior al de la etapa 3, deduciéndose así que en la última etapa de calibración se

había aumentado realmente la representatividad inherente a las bases de datos de calibración.

Es interesante destacar que la metodología de puesta a punto expuesta, ha permitido no romper el ritmo de análisis del laboratorio. Así, durante las primeras etapas de calibración se han entregado a los clientes los análisis clásicos (que son los utilizados como método de referencia en las calibraciones Nirs) y a partir de 1992, los análisis de rutina Nirs para todas las muestras cuyos espectros no son significativamente distintos a los empleados en las calibraciones.

Una vez amortizado el coste de los instrumentos y del proceso de calibración, se prevee reducir el precio de los análisis realizados mediante la técnica Nirs.

6) REDES NIRS

El objetivo propuesto fue la elaboración de ecuaciones de calibración en un instrumento monocromador 6250 (Neotec) a partir de muestras de forrajes de toda Cataluña y transferirlas a un instrumento de filtros 3000 (Neotec) ubicado en Gerona, que sólo trabajaría en rutina, utilizando las mismas ecuaciones.

El procedimiento ha sido el propuesto en el software ISI:

a) Estandarización entre los dos equipos para así poder utilizar las mismas ecuaciones en ambos instrumentos, mediante el cálculo de la relación matemática existente entre espectros de uno y otro aparato, a partir de 30 muestras de origen agrícola, selladas.

b) Transferencia de las ecuaciones obtenidas en Cabrils, al instrumento de Gerona.

c) Aplicación de la relación matemática anteriormente obtenida a los espectros que se toman en el instrumento de Gerona.

d) Validación de la transferencia por comparación de los análisis Nirs realizados en los espectros reales respecto de los realizados en espectros simulados.

e) Control mensual de la estandarización.

Seguidamente se presenta una tabla con los estadísticos resultantes de la validación externa de la transferencia de las ecuaciones de alfalfa verde, entre el instrumento de Cabrils y el de Gerona. Dicha validación se ha realizado a partir de 69 muestras del año 1991

APLICACION DE LA TECNICA NIRS EN EL LABORATORIO AGRARIO

ANALISIS	MEDIA	SED	C.V. %	RSQ
H(103)	8,52	0,09	1,1	,99
C	10,37	0,18	1,7	0,99
Ca	1,71	0,07	4,1	,92
P	,22	0,00	0,0	0,97
Mg	,25	0,03	12,0	,74
EE	2,58	0,06	2,3	0,97
Pb	17,12	0,31	1,8	1,00
Fb	25,94	0,79	3,0	0,99
Fad	30,55	0,82	2,7	1,00
Fnd	38,51	1,28	3,3	0,99
Lad	7,28	0,17	2,3	1,00

Abreviaciones:**H (103):** Humedad a 103°**C:** Cenizas**Ca:** Calcio**P:** Fósforo**Mg:** Magnesio**EE:** Extracto etéreo**PB:** Proteína bruta**FB:** Fibra bruta**FAD:** Fibra ácido detergente.**FND:** Fibra neutro-detergente.**LAD:** Lignina ácido-detergente.**SEC:** Error estandard de calibración.**SEV:** Error Estandard de Validación.**SED:** Error estandard de las diferencias.**C.V:** Coeficiente de variación.**RSQ:** Coeficiente de correlación .**S.D. :** desviación típica.

USO DE LA TECNICA NIRS EN TRABAJOS DE I+D EN EL IEPA

Begoña de la Roza Delgado

**Consejería de Medio Rural y Pesca. Instituto de Experimentación y Promoción Agraria
Ctra. de Oviedo s/n. Apdo. 13. 33300 Villaviciosa. Asturias.**

INTRODUCCION

Dentro del Programa Sectorial de I+D Agrario-Alimentario una de las líneas de investigación del Instituto de Experimentación y Promoción Agraria de Villaviciosa (Asturias), es el desarrollo de técnicas de valoración de alimentos para el ganado, a fin de llevar a cabo una asesoría nutricional que pueda atender al mayor número posible de explotaciones. Actualmente, los ganaderos utilizan el servicio de análisis de este Instituto para elaborar raciones según resultados, de ahí nuestro interés en la investigación sobre predicción de valor nutritivo de alimentos por métodos de laboratorio vía húmeda y por reflectancia en el infrarrojo cercano.

Un racionamiento rápido y eficaz requiere conocer el valor nutritivo de los alimentos a la mayor brevedad posible, por lo que la rapidez de la técnica NIRS hace imprescindible su utilización.

En el IEPA se ha empleado con éxito la técnica NIRS para la predicción de la calidad nutritiva en forrajes verdes y ensilados de hierba y maíz, desde un punto de vista de aplicación práctica, a fin de:

- Obtener conclusiones de indole nutricional para un forraje concreto.
- Detectar fallos en los procesos de manejo.

Esta aplicación práctica de la técnica NIRS para el servicio de análisis ha sido posible gracias a la investigación realizada en diferentes Proyectos INIA y CICYT.

En la actualidad, dentro del Departamento de Producción Animal, Pastos y Forrajes, se llevan a cabo diversos Proyectos de Investigación en los cuales uno de sus objetivos, es el desarrollo de trabajos NIR, a fin de ampliar su rango de utilización a nuevos productos y parámetros nutritivos, y consolidar las calibraciones ya desarrolladas.

CONTROL DEL VALOR NUTRITIVO DE LOS ENSILADOS DE HIERBA EN EL NORTE DE ESPAÑA. ANALISIS QUIMICO, APTITUD DE ESPECIES PARA ENSILADO Y USO DE ADITIVOS (Proyecto Coordinado INIA: 1992 - 1995)

El ensilado de hierba, como sustitutivo de la henificación tradicional, es de suma importancia para las explotaciones ganaderas del Norte de España. Permite una mayor independencia ante condiciones metereológicas adversas y cosechar la hierba cuando hay excedente (mayo-junio). Además, cabe esperar el crecimiento de un

rebrote que puede incorporarse a la rotación de pastos en julio-agosto, época en que la hierba en oferta por unidad de superficie se reduce habitualmente debido a la sequía.

Sin embargo, en el análisis económico efectuado en este Instituto por ALVAREZ PINILLA y ARIAS (1990) sobre eficiencia de explotaciones lecheras, resulta que entre aquellas que elaboran ensilado de hierba se dan altos niveles de ineficiencia. El motivo es que no basta con ensilar, es preciso hacerlo bien. Aún se observan casos de siega de hierba en muy avanzado estado de desarrollo, contaminación con tierra y otros errores evitables, pero también, puede haber causas desconocidas que influyen negativamente en la calidad de los ensilados.

El análisis de ensilados es fundamental para poder ofrecer recomendaciones alimenticias a los ganaderos. Aún no existe una metodología unificada para el Norte de España. Según Flores (1990), la aplicación de distintos sistemas de predicción del valor energético mostraba diferencias de hasta un 14 %, que aplicadas a toda la Cornisa Cantábrica llegan a suponer 2.476 millones de pts. de diferencia en necesidades de concentrados.

El valor nutritivo de un ensilado no solamente viene dado por su contenido en principios nutritivos y la digestibilidad de los mismos sino también por su pH y determinados metabolitos procedentes de las fermentaciones: Nitrógeno amoniacal, nitrógeno soluble, ácidos grasos volátiles, ácido láctico y alcoholes.

También el análisis de estos metabolitos en jugo de ensilados puede abordarse por NIR utilizando cubetas especiales para líquidos y medidas ópticas en transmisión.

OBJETIVOS

A - Desarrollo de ecuaciones de calibración NIR en ensilados de hierba (lío-filizados), procedentes de explotaciones asturianas y su transferencia a diferentes equipos.

B - Estudio de la viabilidad de la utilización de la técnica NIRS, para el análisis de ensilados en verde.

C - Estudio de la viabilidad de la utilización de la técnica NIRS, para el análisis de metabolitos procedentes de la diferente fermentación, en jugo de ensilados.

El desarrollo de estos objetivos permitirá:

- Un sistema rápido y eficaz de predicción del valor nutritivo de ensilados, que facilite hacer campañas anuales y ofrecer recomendaciones a los ganaderos.
- Averiguar las posibles razones de una inadecuada fermentación.
- Determinar las mejoras en calidad nutritiva por medios mecánicos, especies más adaptadas al ensilado y uso de aditivos.

METODOLOGIA

Para cubrir los objetivos A, B, C se utilizará la siguiente metodología:

1 - Villaviciosa dispone de una colección de muestras de ensilado analizadas: Se ampliará con otras 40/año, procedentes de diversas explotaciones asturianas.

2 - Mabegondo enviará más muestras de digestibilidad in vivo conocida: 10/año.

3 - Cantabria proporcionará otras más, analizadas según el procedimiento utilizado en Villaviciosa.(40/año).

De todo este conjunto de muestras se obtendrán los espectros. Lo ideal sería llegar a una población general de la que sólo se desviasen algunas muestras atípicas, identificables según el estadístico H.

Cada población (o la única) se dividiría en un set de calibración y otro de validación, para obtener las calibraciones relativas a materia seca final, cenizas, proteína bruta, fibra neutro detergente, digestibilidad con celulasa y digestibilidad in vivo de la materia orgánica.

Comprobadas las calibraciones por validación, se transferirían a otros equipos.

4 - Para la obtención de calibraciones de metabolitos procedentes de la fermentación en jugo de ensilados, el proceso será similar, pero utilizando muestras de jugo obtenido por prensado de las 40 muestras anuales del apartado 1 y sometido a análisis de pH, nitrógeno amoniacal, nitrógeno soluble, ácidos grasos volátiles, ácido láctico y alcoholes.

MEJORA DE LA CALIDAD FISICO-QUIMICA DE LA LECHE EN ASTURIAS MEDIANTE ANALISIS DE ALIMENTOS POR NIRS. (PROYECTO COMUNIDAD AUTÓNOMA 1994 - 1997).

La composición de la leche puede ser modificada mediante el programa de mejora genética y por manejo alimentario. La primera no puede actuar más que a largo plazo, de ahí que un aspecto crítico de esta mejora sería un mejor conocimiento de la calidad de los forrajes y materias primas usados por los ganaderos.

La calidad de los forrajes producidos en explotaciones asturianas es extremadamente variable (de la ROZA et al, 1991, de la ROZA et al, 1992, Martínez et al, 1993) y puesto que gran número de explotaciones utilizan los servicios de este Instituto para elaborar raciones según resultados, es obvio nuestro interés en la investigación sobre predicción del valor nutritivo de alimentos por reflectancia en el infrarrojo cercano (de la Roza y Martínez, 1991; de la Roza y Argamentería, 1992; Martínez et al, 1993), dada su rapidez.

La técnica NIRS es la única alternativa disponible para conocer el valor nutritivo de los alimentos en un tiempo record (2-3 min). Dadas las posibilidades reales de obtener estimaciones fiables a partir del desarrollo de ecuaciones de calibración, es necesario ampliar el rango de calibraciones a nuevos productos (forrajes y ensilados en estado natural, materias primas y piensos compuestos) para poder llevar a cabo un asesoramiento rápido y eficaz.

OBJETIVOS

1- Desarrollo de ecuaciones NIRS para análisis de humedad, proteína, fibra, azúcares solubles, degradabilidad de proteína y digestibilidad en forrajes verdes, henos y ensilados en estado natural (3 años de control).

2- Idem, además de almidón en materias primas y piensos compuestos (3 años de control).

3- Evaluación de los datos de análisis para los sistemas de alimentación ARC, INRA y NCR, que se complementarán con el Programa de gestión para la formulación de raciones.

4- Contraste de resultados de producción esperada en los diferentes sistemas con la producción obtenida (3 años de control).

5- Creación y mantenimiento de un banco de datos asturianos, tanto espectrales como de vía húmeda.

METODOLOGIA

El estudio de la mejora de la calidad físico-química de la leche, se efectuará en base al análisis del valor nutritivo de los forrajes verdes, henos, ensilados, materias primas y piensos compuestos habitualmente empleados por los ganaderos asturianos, efectuando el seguimiento de producción y calidad de la leche sobre las explotaciones seleccionadas. Para ello se seleccionará una colección representativa de muestras de alimentos que deberá representar la máxima variación posible.

Sobre las muestras se realizarán las siguientes determinaciones:

1) Caracterización de la composición botánica en las praderas naturales y de siembra y estado de madurez al corte.

2) Análisis químico bromatológico.

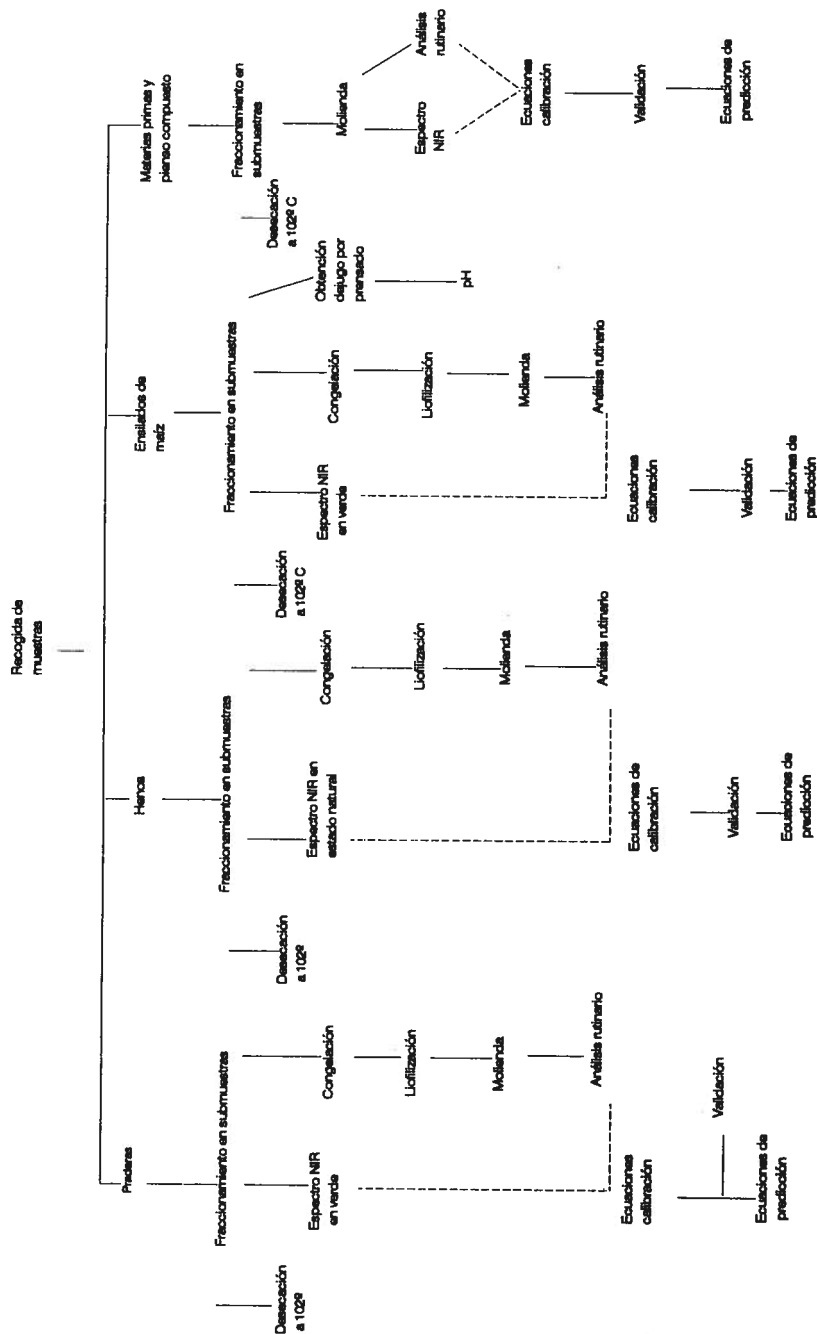
3) Recogida de los espectros en el infrarrojo cercano de todas las muestras constitutivas de la colección.

Los resultados de las determinaciones analíticas se relacionarán mediante tratamientos matemáticos (componentes principales o mínimos cuadrados) con las absorbancias a las distintas longitudes de onda del espectro (400 - 2500 nm), para establecer ecuaciones de predicción. (Esquema 1)

4) Se efectuará una ampliación del número de muestras por inclusión de todas las recibidas en el laboratorio de Nutrición del IEPA para análisis de rutina y que resulten concordantes con las características exigidas en cada caso. Esto conlleva la gran ventaja adicional de poder aumentar la variabilidad de las muestras y obtener ecuaciones de predicción más generales y robustas.

Estas calibraciones se reforzarán con 10 muestras representativas del año siguiente para incluir variaciones en diferente año y se comprobarán por validación con muestras generadas en el propio proyecto y del servicio de análisis.

Esquema 1: Desarrollo de procesamiento de muestras para desarrollo de ecuaciones de calibración



A medida que se vayan generando las ecuaciones de predicción, se aplicarán en la valoración nutritiva de los alimentos para el asesoramiento nutricional de las explotaciones.

5) Valoración de los alimentos integrantes de la colección según los sistemas del ARC, INRA y NRC.

6) Mensualmente serán recogidos los datos de producción y calidad determinados por el Laboratorio Interprofesional Lechero Asturiano (LILA).

7) Seleccionando bien las explotaciones se pueden obtener con bastante precisión y fiabilidad los datos de producción y calidad de la leche.

8) Se comparará la evolución de la calidad de la leche de la generalidad de las explotaciones asturianas (datos del LILA) con la del grupo asesorado en base a los análisis efectuados en este proyecto.

ESTUDIO DE LA DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LAS MATERIAS NITROGENADAS DE LOS FORRAJES CONSERVADOS DE USO MAS COMUN EN ESPAÑA (Proyecto CICYT: 1993 - 1995)

La alimentación nitrogenada de los rumiantes se caracteriza por presentar una elevada complejidad, al ser necesario considerar tanto la satisfacción de las necesidades en compuestos nitrogenados de los microorganismos del rumen - con objeto de optimizar la digestión y la síntesis de proteína microbiana en éste - como las necesidades nitrogenadas específicas del animal.

Debido a estas razones, en los últimos años, se han desarrollado una serie de nuevos sistemas de valoración nitrogenada de alimentos para rumiantes (ARC, 1984; NKJ, 1985; NRC, 1985; Verité et al., 1987) para sustituir al inadecuado y obsoleto sistema de la proteína bruta aparentemente digestible y conseguir un empleo más racional de los alimentos en estas especies.

El elemento básico de estos nuevos sistemas es la degradabilidad en el rumen de las materias nitrogenadas de los alimentos, al condicionar ésta, tanto las disponibilidades de nitrógeno para el crecimiento de la población de microorganismos del rumen y, por tanto, la síntesis de proteína alimenticia que pasa inalterada hacia el intestino.

La forma más habitual de determinar la degradabilidad ruminal de la proteína de los alimentos es mediante la técnica "in sacco", consistente en la incubación del alimento en bolsas de nylon en el rumen. Este método es complejo y lento, no siendo aplicable a los análisis en serie. Por esta razón resulta de interés desarrollar sistemas de predicción de la degradabilidad más rápidos y de fácil ejecución: a partir de determinados parámetros de la composición química de los forrajes, a partir de incubaciones in vitro del alimento con celulasas y proteasas microbianas, etc.

Recientemente, ha sido utilizado para forrajes por Reaves, III et al. (1991) y

Waters y Givens (1992), la técnica NIRS para predecir la degradabilidad, al igual que ya es empleada con éxito para otras características del alimento.

OBJETIVOS

Los principales objetivos perseguidos en este estudio pueden resumirse en:

1 - Tipificación de la degradabilidad ruminal de la proteína bruta para los principales forrajes conservados (ensilados, henos y forrajes deshidratados), mediante la técnica in sacco.

2 - Contraste de la capacidad predictiva de la degradabilidad ruminal de la proteína bruta utilizando como predictores diferentes métodos analíticos.

3 - Contraste de las ecuaciones clásicas de predicción, con la técnica NIRS.

METODOLOGIA

El estudio de la degradabilidad ruminal de la proteína bruta se realizará sobre una colección de 100 muestras seleccionadas entre los forrajes conservados más habitualmente empleados en la producción de rumiantes.

- A) Maíz forrajero ensilado.
- B) Praderas naturales ensiladas.
- C) Praderas prolfitas de siembra ensiladas.
- D) Ray-grass italiano ensilado.
- E) Alfalfa henificada y deshidratada

La colección a constituir deberá recoger la máxima variación posible en los principales factores susceptibles de influenciar la degradación ruminal de la proteína: composición botánica, estado de madurez al corte de las especies predominantes, prácticas de cultivo, variaciones metodológicas en el proceso de conservación.

Sobre estas muestras se realizarán las siguientes determinaciones:

- 1) Caracterización de la composición botánica.
- 2) Caracterización químico-física.
- 3) Determinación de la digestibilidad de la materia orgánica por métodos enzimáticos.
- 4) Obtención del espectro en el infrarrojo cercano.
- 5) Obtención de ecuaciones NIRS para predicción de degradabilidad de la proteína.
- 6) Degradación enzimática de la proteína bruta con mezclas proteasa-celulasa.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarez Pinilla, A. y Arias C., 1990. Costes de explotaciones lecheras en Asturias. Algunas estrategias para su reducción. Revista de Estudios Agrosociales 150: 227-246.

- A.R.C. 1984. The nutrient requirements of ruminant livestock. supplement n° 1. Ed. C.A.B.
- Flores, G., 1990. Calidad del ensilado en una muestra de explotaciones lecheras de Galicia. Jornadas técnicas sobre Producción y Conservación de Forrajes. Diputación Regional de Cantabria. Consejería de Agricultura y Pesca. Muriedas. (Santander). 8-10 de Abril.
- Martínez, A., Roza, B. de la, Cornejo, E.S., Fernández, O., Madroño, S. y Argamentería, A., 1993. Calidad nutritiva de los ensilados de maíz y su predicción mediante reflectancia en el infrarrojo cercano. XXXIII Reunión Científica de la SEEP. (en prensa).
- N.K.J. 1985. Acta Agric. Scand. Suppl. 25, 216-220.
- N.C.R. 1985. Ruminant nitrogen usage. Washington, D.C: National Academy Press.
- Reeves, III, J.B.; Blosser, T.H.; Balde, A.T.; Glenn, B.P and Vandersall, J., 1991. Near infrared spectroscopic analysis of forages samples digested In situ (Nylon Berg). J. Dairy Sci. 74: 2664-2673.
- Roza, B. de la, Martínez, A., Argamentería, A., Cornejo, E.S., 1991. Calidad nutritiva de los ensilados de la Comunidad Autónoma Asturiana. XXVI Reunión Científica SINA: 241-253.
- Roza, B. de la and Martínez, A. 1991. The use of near infrared reflectance spectroscopy to predict the nutritive value and in vivo digestibility of grass silages. 4 th. International Conference on Near-Infrared Spectroscopy. Aberdeen.
- Roza, B. de la and Argamentería, A., 1992a. Organic matter digestibility of forages for ruminants. Prediction by sodium hydroxide or sodium chlorite pretreatment in conjunction with enzymatic treatment. Biotech Forum Europe 9: 294-297.
- Roza, B. de la, Argamentería, A. y Martínez, A., 1992. Calidad nutritiva de los forrajes asturianos. I.T. 2/92: 1-26. Consejería de Medio Rural y Pesca.
- Verité, R.; Michalet-Doreau, B.; Chapoutot, P.; Peyraud, J.L.; Poncet, C. 1987. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 70, 19-34.
- Waters, C.J. and Givens, D.I., 1992. Nitrogen degradability of fresh herbage: effect of maturity and growth tupe, and prediction from chemical composition and by near infrared reflectance spectroscopy. Anim. Feed Sci. Technol. 38: 335-349.

Ponencia XIX
APLICACION DEL NIRS AL CONTROL DE CALIDAD
EN LA INDUSTRIA DE PIENSOS COMPUESTOS

J. LIZASO.
NANTA. S.A.

**"APLICACIÓN DEL NIRS AL CONTROL DE CALIDAD
EN LA INDUSTRIA DE PIENSOS COMPUESTOS"**

J.Lizaso. NANTA S.A.

INDICE:

- 1.- Planteamiento del ejemplo.
- 2.- Uso práctico del NIRS sobre materias primas.
 - 2.1.- Tipo de materias primas y parámetros.
 - 2.2.- Resultados obtenidos.
- 3.- Primeras consecuencias sobre el Control de Calidad.
 - 3.1.- Incremento del volumen de materia prima controlado.
 - 3.2.- Reducción de la vía húmeda.
- 4.- Principales repercusiones sobre la Calidad.
 - 4.1.- Decisiones posibles antes de descarga.
 - 4.2.- Aspectos no cuantificables.
- 5.- Aplicaciones futuras.

1.- PLANTEAMIENTO DEL EJEMPLO.

En este trabajo se presentan datos reales derivados de la aplicación de la técnica NIRS a una fábrica de piensos con una producción aproximada de 100.000 t anuales.

La fábrica utiliza a lo largo del año las materias primas que a continuación se relacionan (t/mes):

- trigo	600	- grasa	200
- cebada	1500	- oleínas	50
- maíz	410	- fosfato	60
- centeno	200	- carbonato	120
- soja	1000	- sal	40
- alfalfa	260	- sepiolita	35
- girasol int.	350	- melaza	200
- girasol-36	100	- pulpas	160
- colza india	250	- vinazas	45
- h.carne	130	- paja	80
- h.pescado	15	- salvados	600
- sojaha	560	- tercerillas	590
- gluten-feed	320	- guisantes	255
- mandioca	200		

total = 8330 t/mes

Existe un control de calidad químico y microbiológico sobre materia prima y producto terminado para los parámetros de mayor interés en nutrición/formulación, que se realiza en el laboratorio de planta y en laboratorios externos.

2.- USO PRÁCTICO DEL NIRS SOBRE MATERIAS PRIMAS.

2.1.- Tipo de materias primas y parámetros.

Se han desarrollado calibraciones NIRS para las siguientes materias primas y parámetros:

- Trigo	Hum.	PB.	---	---	Almidón	---
- Cebada	Hum.	PB.	FB.	---	Almidón	---
- Maiz	Hum.	PB.	---	---	Almidón	---
- Soja	Hum.	PB.	FB.	---	-----	---
- Alfalfa	Hum.	PB.	FB.	---	-----	MM.
- Girasoles	Hum.	PB.	FB.	---	-----	---
- H. carne	Hum.	PB.	---	EE.	-----	MM.
- H. pescado	Hum.	PB.	---	EE.	-----	MM.
- Sojaha	Hum.	PB.	FB.	EE.	-----	---
- Gluten feed	Hum.	PB.	FB.	EE.	Almidón	---
- Mandioca	Hum.	---	FB.	EE.	Almidón	---
- Salvados-tercer.	Hum.	PB.	FB.	---	Almidón	---
- Guisantes	Hum.	PB.	FB.	---	Almidón	---
- Pulpa rem.	Hum.	PB.	FB.	---	-----	---

2.2.- Resultados obtenidos.

En los anexos se encuentran algunos ejemplos gráficos que representan las diferencias o residuos entre los valores de vía húmeda y los valores NIRS, para 10 muestras tomadas al azar no pertenecientes a la calibración.

Se incluyen también algunos estadísticos que informan del grado de ajuste de las calibraciones desarrolladas.

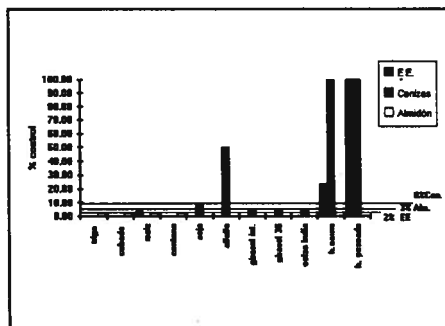
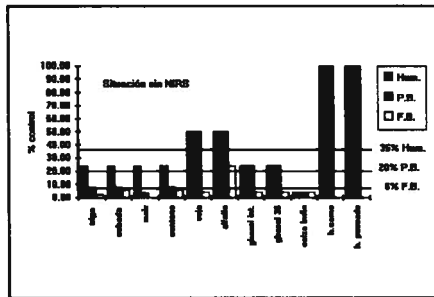
3.- PRIMERAS CONSECUENCIAS SOBRE EL CONTROL DE CALIDAD.

3.1.- Incremento del volumen de materia prima controlado.

La rapidez de análisis vía NIRS, permite aumentar la frecuencia de chequeo de los camiones de materia prima, lo que significa un incremento del volumen controlado.

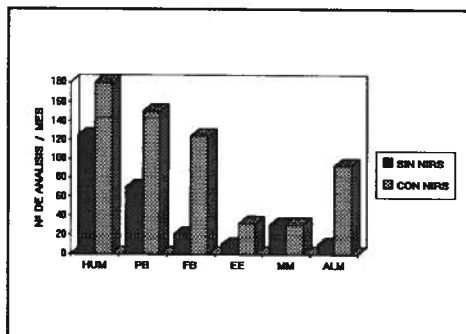
El control efectuado antes y después de instalar el NIRS, sobre algunas materias primas, queda resumido en los gráficos que se muestran a continuación:

SITUACION SIN NIRS



3.2.- Reducción de la vía húmeda.

La aplicación del NIRS se traduce en un incremento lógico del número de datos (Hum,PB,FB,EE,MM,Almidón) recogidos mensualmente en la fábrica:



Parte de los análisis tradicionales son progresivamente sustituidos por los análisis NIRS, a medida que se robustecen las calibraciones y se adquiere confianza en las mismas.

4.- PRINCIPALES REPERCUSIONES SOBRE LA CALIDAD.

4.1.- Decisiones posibles antes de descarga.

Los datos que genere el Control de Calidad en la primera hora y a lo sumo dentro de las 24 horas posteriores a la llegada de una materia prima a la fábrica, son de un valor insustituible para actuar directamente sobre la calidad del producto terminado.

En cambio, los análisis efectuados en los días siguientes, tienen un valor estadístico importante para valorar materias primas, seleccionar proveedores o presentar reclamaciones a los mismos, pero no evitan los problemas que puede ocasionar el uso de materias primas en condiciones distintas a las especificaciones de compra o a los valores teóricos previstos.

En el siguiente gráfico se muestra la relación existente entre tiempo de análisis y toma de decisiones.

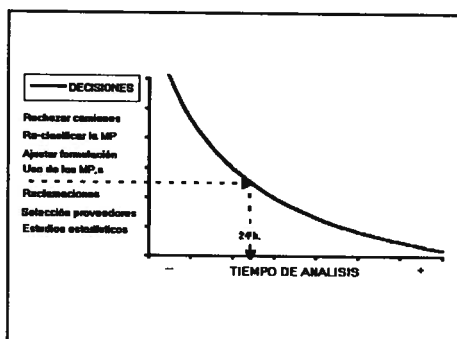
El NIRS permite por su rapidez, adoptar algunas decisiones a los pocos minutos de recibir una materia prima:

1.- Rechazar aquellas materias primas con valores de Hum., PB., FB., EE., MM., ó almidón no permitidas por el contrato de compra.

2.- Re-clasificar una materia prima, destinándola a silos diferentes. Véase el ejemplo de los salvados-tercerillas, donde la FB. es el parámetro que permite separar

estos productos, asignándoles un valor nutricional diferente.

3.- En función del análisis NIRS, se podría ajustar el valor nutricional de la materia prima y consiguientemente la formulación, antes de comenzar el proceso de producción (NIRS ON LINE), o bien decidir sobre el porcentaje de incorporación, si el resultado del análisis reflejase alguna anomalía que representase alguna incertidumbre en el uso de dicha materia prima.



4.2.- Aspectos no cuantificables

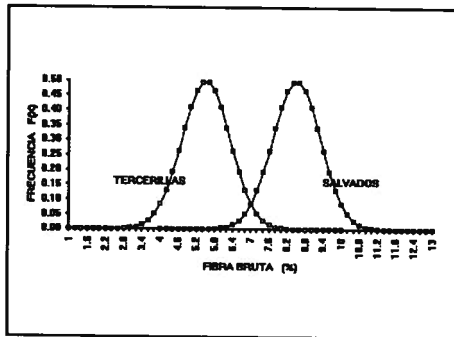
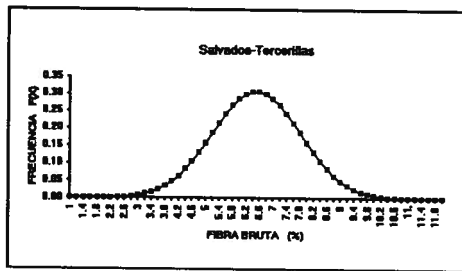
La técnica NIRS conlleva además algunas ventajas que son difíciles de traducir a términos económicos, por ejemplo:

- 1.- Impacto psicológico sobre los proveedores
- 2.- Imagen de calidad para el cliente
- 3.- Imagen de calidad para el personal de fábrica
- 4.- Argumento de venta para Dpto. comercial

5.- APLICACIONES FUTURAS

Siguiendo con el carácter práctico de esta presentación, se señalan como aplicaciones de interés y de complejidad superable, el análisis de productos terminados y el servicio analítico a clientes, en particular de forrajes.

No parece sin embargo posible a corto plazo, el uso práctico del NIRS para otras finalidades más complejas, como por ejemplo, la estimación del valor energético de las materias primas, de sus digestibilidades o la determinación de factores antinutricio-nales, debido fundamentalmente a la gran labor que hace falta desarrollar, a nivel de laboratorio y de experimentación animal.



Resumen:

La tecnología NIRS aplicada a la realidad de una fábrica de piensos, permite aumentar el chequeo rutinario de materias primas, tomar algunas decisiones importantes antes de descarga y reducir los costes de la vía húmeda.

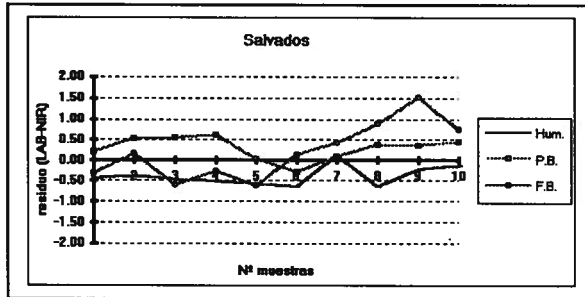
Este aumento cuantitativo de los datos del control de calidad, tiene repercusiones sobre la calidad de las materias primas utilizadas, directa, o indirectamente a través de la presión sobre los proveedores, y en consecuencia conducirá a una mayor calidad del producto final.

Se muestra la precisión de algunas calibraciones empleadas, que deben juzgarse teniendo presentes los resultados de las comparaciones intra e inter-laboratorios.

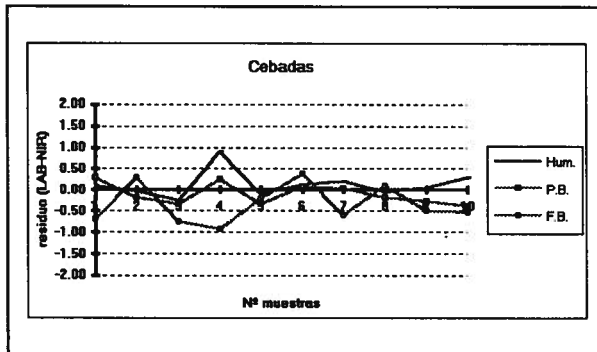
Finalmente, se señalan algunos aspectos positivos del NIRS, difíciles de demostrar y de cuantificar en términos económicos, pero sin duda importantes.

También se apuntan las aplicaciones actualmente en desarrollo y que parecen posible a corto plazo.

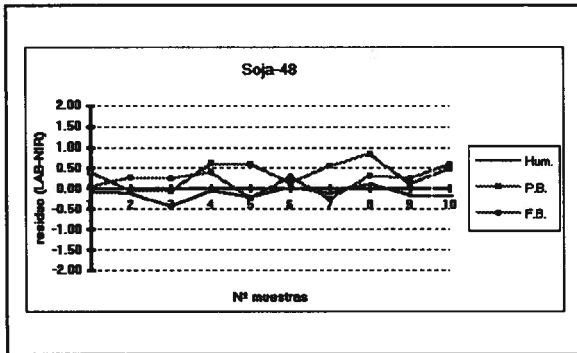
ANEXOS



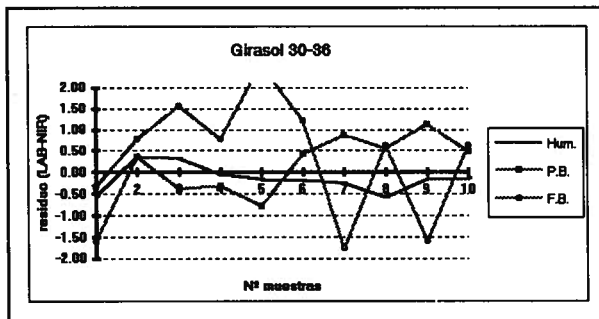
PARAMET.	RANGO	N	SECV	SEP	R ²
HUM	8.4/14.0	128	0.25	0.42	0.95
PB	14.2/17.6	66	0.31	0.37	0.80
FB	3.9/10.8	85	0.66	0.64	0.75



PARAMET.	RANGO	N	SECV	SEP	R ²
HUM	8.1/12.7	124	0.17	0.11	0.97
PB	8.0/15.0	76	0.20	0.23	0.99
FB	3.1/5.7	105	0.41	0.43	0.47



PARAMET.	RANGO	N	SECV	SEP	R ²
HUM	9.5/12.8	50	0.16	0.17	0.97
PB	40.4/49.9	140	0.49	0.42	0.94
FB	3.6/9.2	49	0.29	0.28	0.94



PARAMET.	RANGO	N	SECV	SEP	R ²
HUM	6.4/12.8	83	0.30	0.31	0.95
PB	25.5/38.4	113	0.88	0.76	0.92
FB	17.0/27.3	41	1.45	1.28	0.71

Coloquio
REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO (I)

REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO (I)

Idoneidad del heno de alfalfa como materia prima para la analítica NIR.

La elección del heno de alfalfa para poner en marcha un proyecto conjunto de valoración nutritiva vía NIR es sometida a juicio, considerando que, si bien es un producto de uso generalizado en la ganadería, su variabilidad interanual, diversidad de orígenes y, sobretudo, su gran volumetría, pueden hacerlo poco adecuado para la valoración por dicha técnica.

Se señala que, en la experiencia de calibración realizada en NANTA, el heno de alfalfa es un producto difícil de calibrar, mas que la cebada o el trigo, que están bastante resueltos, pero menos que otros, como la harina de girasol. A nivel de cada parámetro, con una calibración realizada sobre 100 muestras, la humedad ha resultado ser uno de los parámetros mas difíciles, seguramente porque no haya una correspondencia directa entre lo que se mide en estufa y lo que mide el NIR. El error standar oscila entre 0,3-0,4 puntos en humedad y lo mismo en proteína. En fibra existe el mismo problema que con el girasol, donde se ha pasado de 1,2 a 0,6 con solo duplicar el análisis de las muestras. En alfalfa, sin repeticiones, el error está alrededor de 1 punto. Se trata de niveles de error bajos, que son difíciles de obtener en los laboratorios químicos tradicionales.

Los problemas de homogeneidad de granulometría pueden resolverse en gran parte realizando la molienda con un molino ciclónico y depurando los datos espectrales con el tratamiento de suavización presente en el software, que reduce el efecto debido a las diferencias en el tamaño de las partículas.

Validez de las calibraciones para años sucesivos.

Se señala que, con la variabilidad interanual de las alfalfas, el problema podría ser que, cuando se tenga la calibración de un año, esta no valga para el siguiente.

La observación podría ser generalizable a todos los productos, pero a la vez resulta incorrecta. No se parte de cero en ningún caso. La calibración obtenida es válida para la población de que procede. A medida que se va utilizando pueden ir apareciendo muestras que resultan externas a dicha población, lo cual lo señala el software al obtenerse su espectro. Dichas muestras se derivan para su análisis tradicional por vía húmeda. Cuando se dispone de un número adecuado, se vuelve a hacer el tratamiento matemático de calibración, para obtener una ecuación que resultaría más universal. En todo caso se pueden tener ecuaciones mas homogéneas que sirvan para un determinado proveedor, zona de producción...u otras mas amplias para un uso mas general. En cualquier caso, todas tienen que ser dinámicas, necesitan a alguien que las vaya ampliando con mayores diferencias en humedad, en proteína, etc...o con nuevos proveedores, nuevos años, nuevas zonas de producción...

Precisión de la valoración con NIR.

Se dice que "es imposible que el error de calibración sea inferior al error del laboratorio" y ello es totalmente cierto si nos referimos al error cometido en la valoración en el laboratorio de las muestras utilizadas en la calibración. Pero dicho error puede ser reducido si al analizar dichas muestras se trabaja con mayor cuidado o si se duplica o triplica el análisis realizado a cada muestra. Al reducirse el error de partida en dichas muestras, la precisión del NIR puede superar a la precisión normal de los laboratorios.

Posibilidades del NIR para controles rápidos ("on line").

A nivel comunitario se intenta crear una Directiva para regular la circulación de materias primas, con declaración analítica obligatoria en alguna de ellas, lo que hace temer que ello pudiera retrasar su comercio (descarga en puertos, aduanas...). Se plantea la posibilidad de dar validez provisional de circulación mediante una analítica NIR, que podría ser complementada con la tradicional en 3-4 días, siempre que pudiera asegurarse un error dentro de los márgenes siguientes: En PB y almidón ± 2 puntos para productos $>20\%$ y 10% error para los productos con $10-20\%$. En FB $\pm 1,8$ puntos para productos $>12\%$. (¿Es posible esta precisión?).

Se lamentan los usuarios del NIR de que la Comunidad, a través del BCR, no haya atendido a los proyectos NIR que se le han presentado estos últimos años (3), que podían haberse adelantado a esta necesidad. El único concedido es una Acción Concertada que trata de alimentos para humanos, si hubiera sido de alimentos para animales no se hubiera concedido.

Nadie puede asegurar totalmente unos márgenes: depende de la calidad de valoración de las muestras de calibración. Con una muy buena valoración de éstas, en los alimentos con los que se ha trabajado, sería posible, no solo con 1 punto de error, sino hasta con 0,5 puntos.

Se insiste en que los 2 puntos de error son sobre el valor declarado y que este admite otros 2 puntos como tolerancia analítica, lo que sumarían 4 puntos. Si no se asegura este margen de error el legislador no daría validez al NIR. En este caso el comerciante de Rotterdam indica que en vez de en 1,5 días podría tardar 7 días en despachar el barco y quizás se fuese a otro puerto. (¿Es real pedir que circule la mercancía durante 3-4 días con el documento analítico NIR?. ¿Se puede documentar esta validez?). Para ello puede surgir dinero, no ya del BCR, sino hasta de Relaciones Exteriores, porque los países terceros que nos exportan también nos están pidiendo estos métodos rápidos.

No hay homogeneidad. Hay variaciones entre aparatos NIR y entre operadores NIR. Para dar validez a unos valores NIR habría que exigir previamente que el equipo NIR cumpla unas normas de calidad, que se chequee regularmente, se trabaje con un

COLOQUIO: REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO (I)

número adecuado de muestras, se hagan Ring-Test... Se trata de establecer unas normas para asegurar la validez.

Ponencia XX
EVALUACION DE PASTOS SEMIARIDOS POR NIRS

B. GARCIA CRIADO (*)
A. GARCIA CIUDAD (*)
A. RUANO RAMOS (*)
L. GARCIA CRIADO (*)

EVALUACION DE PASTOS SEMIARIDOS POR NIRS

B. García Criado, A. García Ciudad, A. Ruano Ramos, L. García Criado

B.R. Vázquez de Aldana y E. Pérez Corona.

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (CSIC), Apdo. 257. 37071Salamanca.

INTRODUCCION

En los sistemas agrosilvo-pastorales se asientan los ecosistemas de dehesas, constituidos por un dosel arbóreo de quercíneas y pastos semiáridos o pastizales adehesados con matorral (Suroeste, Centro y Oeste de España). Estos ocupan unos 6 millones de hectáreas, constituyendo los recursos fundamentales para la ganadería extensiva y son, a su vez, el pilar de toda explotación sostenible en la zona (Gómez Gutiérrez y Luis Calabuig, 1992; Jiménez Mozo, 1986).

El manejo y utilización racional de estos ecosistemas requiere un proceso continuo de evaluación de tan importantes recursos, así como de las nuevas fuentes de alimentos destinados a paliar los déficit alimenticios del ganado, especialmente en el área mediterránea (Meuret *et al.*, 1993). La tecnología NIRS (espectroscopía de la reflectancia en el infrarrojo cercano) ofrece una vía indiscutible para llevar a cabo el proceso, por sus especiales características: rapidez, simplicidad, economía, precisión, exactitud, seguridad, transferencia de calibraciones entre instrumentos, no es destructiva y no induce contaminación (Shenk *et al.*, 1977; García Criado *et al.*, 1977, 1987; Dardenne *et al.*, 1992).

En este trabajo se pretende exponer un resumen de los resultados obtenidos por nosotros en los últimos años, sobre el desarrollo y aplicación de la técnica NIRS en la evaluación de pastizales (García Criado *et al.* 1991, García Ciudad *et al.*, 1993, Vázquez de Aldana *et al.*, 1993). Ello es parte integrante de dos proyectos de investigación financiados por la CEE (Div. VI, Agricultura, Contratos núms. 60.110-A y 8001-CT90-0021).

Las actividades se han desarrollado sobre los objetivos siguientes:

1. Cuantificación de las proporciones ponderales de los grupos herbáceos principales que constituyen las comunidades de pastizales (gramíneas, leguminosas y otras familias).
2. Estimación de los contenidos de constituyentes orgánicos en la hierba (proteína, fibras neutro-detergente y ácido-detergente, lignina y celulosa).
3. Predicción de la concentración de elementos minerales (K y Mg) en pastos semiáridos.

MATERIAL Y METODOS

Se han recogido, durante cuatro años consecutivos (1986-1989), en el período de

Mayo a Julio, 237 muestras de hierba en pastizales de zonas semiáridas (dehesas de la provincia de Salamanca). En los muestreos realizados se ha intentado alcanzar la máxima representación de los pastizales de la provincia, a la vez que se ha procurado abarcar la mayor variabilidad temporal, en composición botánica y fenología (efectos fundamentales en la robustez de las ecuaciones de calibración). Durante los cuatro años de control se han muestreado un total de 60 pastizales desarrollados sobre laderas, eligiendo en cada uno de ellos dos o tres zonas (alta, media y baja), con tipologías florísticas y fisionómicas distintas. En el último año se aumentó el número de ensayos y la amplitud del muestreo, en cinco de los pastizales objeto de estudio, para incrementar la variabilidad fenológica de las muestras.

La composición botánica de las muestras es bastante compleja, determinándose en cada una de ellas las proporciones en peso seco de gramíneas, leguminosas y otras familias por separación manual (Corona *et al.*, 1991).

Las muestras son secadas y molidas, determinándose en ellas el contenido de proteína por el método clásico Kjeldahl; los contenidos de fibras neutro-detergente (NDF) y ácido-detergente (ADF), lignina y celulosa, según Goering y Van Soest (1970). El K y Mg se determinan por absorción atómica.

Del total de muestras se seleccionan, en base a los espectros de reflectancia infrarroja (mediante el programa PICKS), 97 muestras. Este grupo, representativo de todo el conjunto, se utilizó para el desarrollo de las ecuaciones de calibración, mediante un análisis de regresión múltiple paso a paso, según se indica en las publicaciones que a continuación se citan. Las ecuaciones de calibración seleccionadas se validan, prediciendo los diversos parámetros considerados, en las muestras que no entraron en el desarrollo de dichas ecuaciones, comparándose los valores obtenidos según los métodos convencionales y los predichos por NIRS.

Más detalles sobre los muestreos, manipulación y análisis de las muestras han sido descritos por García Criado y García Ciudad (1990), García Criado *et al.* (1991), García Ciudad *et al.* (1992), García Ciudad *et al.* (1993), Pérez Corona (1993) y Rodríguez Vázquez de Aldana (1993).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 figuran los resultados de la composición botánica y química de las muestras de pastos, obtenidos por los métodos convencionales, referidos a los grupos de calibración y validación. En la Tabla 2 se muestran los estadísticos de calibración y las longitudes de onda seleccionadas para la predicción de los parámetros objeto de estudio.

En las Figuras 1, 2 y 3 se indican los resultados de las validaciones correspondientes a la mejor ecuación de calibración obtenida para cada parámetro.

Los resultados y la discusión se exponen en forma resumida. Una información más exhaustiva figura en las publicaciones antes referidas (García Criado y García Ciudad

1990, García Criado *et al.* 1991, García Ciudad *et al.* 1992, García Ciudad *et al.* 1993, Vázquez de Aldana *et al.* 1993).

Composición botánica y química de las muestras.

Según se observa en la Tabla 1 los intervalos de fluctuación de la composición botánica son muy amplios, particularmente en gramíneas y el grupo de otras familias que abarcan prácticamente toda la gama de porcentajes. Las primeras varían entre 0 y 99.3% y las segundas entre 0 y 95.2%. El intervalo de leguminosas es más reducido (0-56.36)%. Comparativamente, tanto los intervalos de fluctuación como los valores medios de cada uno de los tres parámetros, son similares en los grupos de calibración y validación. Las gramíneas suelen dominar en estos pastizales, en la época considerada, y las leguminosas aparecen con los porcentajes más bajos, de forma que un número considerable de muestras tienen un porcentaje de leguminosas inferior a 10%. La composición de todas las muestras figura en García Criado *et al.* (1991) y Pérez Corona (1993), así como un estudio detallado sobre la variación interanual, interzonal y con la época de muestreo.

Como consecuencia de la inclusión de muestras con distintas fases de madurez, diversos años de control y composición botánica muy variable, los márgenes de variación de los constituyentes químicos son suficientemente amplios (Tabla 1) para el desarrollo de ecuaciones de calibración bastante robustas.

Asimismo los intervalos y valores medios de cada parámetro son típicos de los pastos de la zona en las épocas y fases fenológicas controladas. Los grupos de calibración y validación abarcan prácticamente la misma variabilidad para cada constituyente y los valores medios son también muy próximos entre ambos grupos.

Cabe señalar que los niveles de proteína varían entre 4.27 y 18.14%, aunque hubiera sido deseable abarcar una mayor variabilidad, pero los pastos seminaturales de la zona estudiada raramente sobrepasan esos niveles de proteína, como se muestra en un estudio realizado con controles mensuales o quincenales durante todo el año (García Ciudad *et al.* 1981).

Predicción de la composición botánica.

Para la predicción de los porcentajes de gramíneas, leguminosas y otras familias se seleccionan las longitudes de onda que figuran en la Tabla 2 (seis para cada parámetro). Las escasas aportaciones bibliográficas sobre el tema incluyen entre cuatro y nueve longitudes de onda, aunque utilizan muestras de composición botánica más simple que las consideradas en este estudio (García Criado *et al.* 1991).

Las ecuaciones de calibración de los tres grupos taxonómicos difieren apreciablemente en sus estadísticos (Tabla 2). Las mejores calibraciones se obtienen para la predicción de los porcentajes de gramíneas, con coeficientes de determinación (R^2) que varían entre 0.86 y 0.92 y errores estándar de calibración (SEC) comprendidos entre

6.66 y 9.14. El tratamiento matemático más idóneo es la derivada primera del $\log 1/R$ (R =reflectancia). Los ajustes peores se producen en la predicción del porcentaje de leguminosas, con coeficientes de determinación entre 0.77 y 0.81. También en este caso el mejor tratamiento es la derivada primera. Sin embargo, el mejor ajuste para la predicción del porcentaje de otras familias se obtiene con la derivada segunda.

La Figura 1 muestra la relación entre los valores de los porcentajes de gramíneas resultantes de la separación manual, frente a los obtenidos por NIRS, utilizando en cada caso la ecuación de predicción con menor error de calibración.

Estos diagramas indican una excelente linealidad para gramíneas con un coeficiente de correlación (r) de 0.97 y error estándar de predicción (SEP) de 6.12. También se obtiene una buena linealidad en la validación de la ecuación de predicción del porcentaje de otras familias, pero el coeficiente de correlación ($r=0.95$) es inferior al de gramíneas y el SEP mayor (7.70). La justificación de peores ajustes, para este parámetro, puede ser debida a la mayor heterogeneidad de las muestras, puesto que cada una de ellas incluye especies de diversas familias, en algunos casos no comunes a todas las muestras, y pueden no estar representadas todas ellas en las muestras de calibración.

El porcentaje de leguminosas se predice con menor exactitud que el de los dos taxones anteriores (Tabla 2). Este peor ajuste puede ser debido probablemente a varias causas: un gran número de las muestras tienen porcentajes muy bajos en leguminosas (inferiores al 10%), lo cual puede conducir a peores ajustes (Coleman *et al.* 1990); en segundo lugar puede atribuirse a que los valores obtenidos por el método de referencia (separación manual) llevan asociado un error mayor como consecuencia del proceso de manipulación de las muestras, ya que una cierta porción de las partes más finas de las plantas de esta familia puede perderse más fácilmente.

A pesar de la gran complejidad y heterogeneidad de las muestras utilizadas, comparadas con las de otros autores, los resultados obtenidos en la predicción de los tres componentes, particularmente los porcentajes de gramíneas, son similares a los reportados por Coleman *et al.* (1985, 1990), Shaffer *et al.* (1990) y Petterson *et al.* (1992).

Predicción de la composición química.

En la mayoría de los casos se seleccionan seis longitudes de onda en el desarrollo de las ecuaciones de predicción de los constituyentes químicos (Tabla 2). Sin embargo en la calibración de proteína, ADF y lignina, utilizando la primera derivada se seleccionan 5, 4 y 7 longitudes de onda respectivamente. La ecuación de predicción de la concentración de Mg, usando como tratamiento matemático de los datos el $\log 1/R$, también incluye siete longitudes de onda. Considerando cada parámetro, existen escasas longitudes de onda comunes, o con unas diferencias entre si menores que 20 nm, en los tres tratamientos matemáticos, pero la mayoría de las seleccionadas figuran registradas en la

bibliografía por diversos autores, para la estimación de los mismos parámetros, según la revisión efectuada por García Ciudad *et al.* 1993. Cabe señalar, particularmente en la calibración de proteína, las de 2160, 2184, 1676 y 2324 nm, seleccionadas más reiteradamente en la bibliografía, ellas mismas o con una diferencia menor de 20 nm.

En la calibración de NDF aparecen longitudes de onda, en los tres tratamientos matemáticos, en el intervalo de 2200 a 2300 nm o próximas a estos valores. De acuerdo con Clark y Lamb (1991) esta región es asociada principalmente con la fibra. Asimismo próximas a 2296, 2304, 2324 y 2332 nm son también usadas consistentemente según las recopilaciones de Minson *et al.* (1983), Williams (1987) y Marten *et al.* (1988).

De las longitudes de onda seleccionadas para la calibración de ADF (Tabla 2), las de 1712, 1908, 1912, 2332 y 2388 nm aparecen reseñadas, o con valores muy próximos, en las recopilaciones bibliográficas anteriores y por otros autores (Norris *et al.*, 1976, Marten *et al.*, 1983, Redshaw *et al.*, 1986, Stimson *et al.*, 1991).

En la calibración de lignina destacan las de 1176, 1196, 1624, 1628, 1652, 1668 y 1688 nm (Tabla 2), puesto que longitudes de onda muy próximas a éstas son usadas más consistentemente según los autores citados. Por consiguiente, parece que la región más relevante para la estimación de lignina, en este tipo de forrajes, es la de 1600 a 1700 nm.

Para celulosa Minson *et al.* (1983), Williams (1987) y Marten *et al.* (1988) apuntan también valores muy próximos a 1500, 1812, 2332 y 2488 nm, seleccionados en este estudio.

En el desarrollo de las ecuaciones de predicción de las concentraciones de K y Mg se aplica solamente el tratamiento matemático de log 1/R. También en estos casos, aunque la bibliografía sobre la estimación de elementos minerales es muy escasa, algunas de las longitudes de onda utilizadas en este estudio aparecen reseñadas por otros autores (Clark *et al.* 1987, Convertini *et al.* 1991). Entre ellas pueden citarse las de 1732, 1752, 1828, y 2360 nm, usadas en la calibración de potasio y las de 1896 y 2148 nm en la de Mg (Tabla 2).

Los estadísticos de calibración y validación para la predicción de los constituyentes considerados (Tabla 2 y Figuras 2 y 3) están dentro del intervalo de valores reseñados en la bibliografía recopilada por García Ciudad *et al.* (1993), Rodríguez Vázquez de Aldana (1993) y Pérez Corona (1993).

La exactitud en la estimación de proteína es muy aceptable, obteniéndose errores estándar de calibración que oscilan entre 0.56 y 0.63 (Tabla 2), con coeficientes de determinación de 0.93 a 0.95. Las diferencias entre tratamientos matemáticos son pequeñas, pero con la derivada primera se consiguen mejores estadísticos de validación, aunque utiliza solo cinco longitudes de onda para la calibración. En la Figura 2 se muestra la relación entre los valores predichos por NIRS, con la derivada primera de log 1/R, y los resultantes de aplicar el método Kjeldahl, obteniéndose: $r=0.95$, $SEP=0.57$ y

bias=0.04.

Para la predicción del contenido de NDF se alcanzan estadísticos con una exactitud aceptable (Tabla 2 y Figura 3), variando el SEC entre 1.97 (derivada primera de log 1/R) y 2.16 (log 1/R) y los coeficientes de determinación entre 0.88 para el tratamiento de log 1/R y 0.91 para ambas derivadas. Al efectuar las validaciones (García Ciudad *et al.* 1993), se confirma que el tratamiento más adecuado es la derivada primera, cuya representación se expone en la Figura 2.

Los ajustes para la predicción de ADF implican menor exactitud que los de NDF. Los SEC varían entre 1.24 y 1.33 que corresponden a los tratamientos de log 1/R y derivada primera respectivamente y se obtienen coeficientes de determinación de 0.87 para el tratamiento de log 1/R y 0.86 para ambas derivadas. Por consiguiente, los tres tratamientos conducen a calibraciones similares, sin embargo, al conjuntar los estadísticos de calibración y validación, la derivada segunda proporciona mejores ajustes. La validación correspondiente a este tratamiento se observa en la Figura 2 (SEP=1.42, $r=0.87$ y bias=-0.19). Estos resultados son de características similares a los de Redshaw *et al.* (1986), Reeves *et al.* (1989), pero de menor exactitud que los de Marten *et al.* (1984) y Brown y Moore (1987). Ello puede ser debido, de acuerdo con Reeves *et al.* (1989), a que la población de muestras de este trabajo es botánicamente muy compleja y heterogénea.

El contenido de lignina puede ser predicho con mayor exactitud que el de ADF. Los SEC varían entre 0.47 para el tratamiento que incluye la derivada segunda y 0.52 para el de log 1/R, con coeficientes de determinación de 0.91 y 0.90 respectivamente (Tabla 2). En la Figura 2 se representa únicamente la mejor validación (derivada segunda). Se observa una excelente linealidad entre los valores de lignina predichos por NIRS y los determinados según Goering y Van Soest (1970). Por consiguiente, el tratamiento más adecuado para la estimación de lignina es la derivada segunda. Esta afirmación concuerda con las de Norris *et al.* (1976), Shenk *et al.* (1981), Marten *et al.* (1983), Brown y Moore (1987). Asimismo los resultados expuestos son similares a los de estos autores.

Los estadísticos de calibración de celulosa también son muy parecidos en los tres tratamientos; los SEC varían entre 1.10 y 1.15 y los coeficientes de determinación entre 0.84 y 0.86. Tampoco existen diferencias marcadas entre tratamientos al efectuar la validación, pero el SEP más bajo y coeficiente de regresión más alto se consiguen con la derivada segunda (Figura 2).

La ecuación de calibración desarrollada para potasio, utilizando como único tratamiento log 1/R, tiene un coeficiente de determinación de 0.78 y un SEC de 0.189, mientras que para magnesio el valor de R^2 es mayor (0.84) con un SEC=0.016 (Tabla 2). La validación de las ecuaciones se expresa en la Figura 3, comprobándose el mejor

ajuste en la predicción para el contenido de Mg con, $r=0.92$ y $SEP=0.018$, frente a $r=0.84$ y $SEP=0.195$ obtenidos en la validación de la ecuación de predicción del contenido de K. Los resultados son similares a los reportados en la bibliografía, según indican Vázquez de Aldana *et al.* (1993).

CONCLUSIONES

Los resultados expuestos indican que la técnica NIRS tiene potencial adecuado para ser usada en la evaluación de la calidad de pastos semiáridos. La complejidad, diversidad y heterogeneidad de las muestras de pastos de comunidades seminaturales, así como la variaciones temporales (de madurez) y estacionales de las mismas, no dificultan las predicciones de los parámetros, siempre que dichos efectos hayan sido debidamente representados en la población de muestras de calibración.

Para estos materiales los tratamientos matemáticos que permiten mejores ajustes son, en general, la derivada primera y segunda del log I/R.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la CEE (Direct. Gen. VI, Agricultura, Contratos núm. 60.110-A y núm. 8001-CT90-0021). Así mismo expresamos nuestro agradecimiento a J.C. Estévez González y M. Hernández Martín por su asistencia técnica.

BIBLIOGRAFIA

- Brown, W.F. and Moore, J.E. 1987. Analysis of forage research samples utilizing a combination of wet chemistry and near infrared reflectance spectroscopy. *J. Anim. Sci.* **64**: 271-282.
- Clark, D.H. and Lamb, R.C. 1991. Near infrared reflectance spectroscopy: A survey of wavelength selection to determine dry matter digestibility. *J. Dairy Sci.* **74**: 2200-2205.
- Clark, D.H.; Mayland, H.F. and Lamb, R.C. 1987. Mineral analysis of forages with near infrared reflectance spectroscopy. *Agron. J.* **79**: 485-490.
- Coleman, S.W., Barton II, F.E. and Meyer, R.D. 1985. The use of near infrared reflectance spectroscopy to predict species composition of forage mixtures. *Crop Sci.* **25**: 834-837.
- Coleman, S.W.; Chirstiansen, S. and Shenk, J.S. 1990. Prediction of botanical composition using NIRS calibrations developed from botanically pure samples. *Crop Sci.* **30**: 202-207.
- Convertini, G.; Ferri, D.; Lanza, F. and Cilardi, A.M. 1991. Determination by NIRS of P, K, Na, Ca and Mg contents in the plant organs of sugar-beet, wheat, sunflower and sorghum in continuous cropping and two-year rotation. In: *Proc. 3rd Int. Conf.*

- Near Infrared Spectrosc.*, eds Biston, R. and Bartiaux-Thill, N., Agric. Res. Cent., Gembloux, pp 522-540.
- Corona, E.P.; García, L.; García, A.; Vázquez de Aldana, B.R. y García, B. 1991. Producción de pastizales en zonas semiáridas según un gradiente topográfico. *XXXI Reunión Científica de la SEEP*, Murcia, pp 304-309.
- Dardenne, P.; Sinnaeve, G.; Biston, R. and Lecomte, Ph. 1992. Evaluation of NIT for predicting fresh forage quality. In: *Making light work: Advances in near infrared spectroscopy*, eds Murray, I. and Cowe, I.A. VCH Publishers, Weinheim and New York, pp 277-283.
- García-Ciudad, A.; García-Criado, B.; Pérez-Corona, E. y Vázquez de Aldana, B. R. 1992. Protein analysis of grassland herbage samples by NIRS. In: *Making light work: Advances in near infrared spectroscopy*, eds Murray, I. and Cowe, I.A. VCH Publishers, Weinheim and New York, pp 291-297.
- García-Ciudad, A.; García-Criado, B.; Pérez-Corona, M.E.; Vázquez de Aldana, B.R. y Ruano-Ramos, A.M. 1993. Application of near infrared reflectance spectroscopy to chemical analysis of heterogeneous and botanical complex grassland samples. *J. Sci. Food Agric.* (en prensa).
- García-Ciudad, A., Moreno-Domínguez, A. y García-Criado, B. 1981. Variación estacional de la composición mineral en pastizales de dehesa. *Pastos*. 11: 217-233.
- García-Criado, B. and García-Ciudad, A. 1990. Application of near infrared reflectance spectroscopy to protein analysis of grassland herbage samples. *J. Sci. Food Agric.* 50: 479-484.
- García-Criado, B., García-Ciudad, A. and Pérez-Corona, M. E. 1991. Prediction of botanical composition in grassland herbage samples by near infrared reflectance spectroscopy. *J. Sci. Food Agric.* 57 507-515.
- García-Criado, B.; García-Ciudad, A. y Rico-Rodríguez, M. 1987. Espectroscopia de la Reflectancia en el Infrarrojo Cercano: Análisis no destructivo de pastos y forrajes. *Proc. XXVII Reunión Científica de la SEEP*. Ponencia, tema B: Bromatología y alimentación animal. Mahón-Palma de Mallorca, pp 205-233.
- García-Criado, B.; León Moran, L. y García Ciudad, A. 1977. Determinación directa de proteína, NDF, ADF, lignina, DNDF y DMD en plantas herbáceas mediante reflectancia de infrarrojos. *Pastos* 7:112-126.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. *Forage fiber analysis: apparatus, reagents, procedures and some applications*. USDA Agric. Handb. N° 379, US Print Office, Washington DC.
- Gómez Gutiérrez, J.M. y Luis Calabuig, E. 1992. Producción de praderas y pastizales. En: *El libro de las dehesas salmantinas*. Junta de Castilla y León, Coord. J.M. Gómez Gutiérrez, Salamanca, pp 489-512.

- Jiménez Mozo, J. 1986. Una aproximación metodológica de un sistema de evaluación de la productividad potencial de un territorio de Dehesa del Suroeste peninsular. En : *Conservación y desarrollo de las dehesas portuguesa y española*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Coord. P. Campos y M. Martín, Madrid, pp 51-86.
- Marten, G.C.; Brink, G.E.; Buxton, D.R.; Halgerson, J.L. and Hornstein, J.S. 1984 Near infrared reflectance spectroscopy analysis of forage quality in four legume species. *Crop Sci.* **24**: 1179-1182.
- Marten, G.C.; Halgerson, J.L.; Cherney, J.H. 1983. Quality prediction of small grain forages by near infrared reflectance spectroscopy. *Crop Sci.* **23**: 94-96.
- Marten, G.C.; Halgerson, J.L. and Sleeper, D.A. 1988. Near infrared reflectance spectroscopy evaluation of ruminal fermentation and cellulase digestion of diverse forages. *Crop Sci.* **28**: 163-167.
- Meuret, M.; Dardenne, P.; Biston, R. and Poty, O. 1993. The use of NIR in predicting nutritive value of Mediterranean tree and shrub foliage. *J. Near Infrared Spectrosc.* **1**: 45-54.
- Mínson, D.J.; Butler, K.L.; Grummitt, L. and Law, D.P. 1983. Bias when predicting crude protein, dry matter digestibility and voluntary intake of tropical grasses by near-infrared reflectance. *Anim. Feed Sci. Technol.* **9**: 221-237.
- Norris, K.H.; Barnes, R.F.; Moore, J.E. and Shenk, J.S. 1976. Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy. *J. Anim. Sci.* **43**: 889-897.
- Pérez Corona, M.E. 1993. *Producción de biomasa aérea neta y calidad nutricional de pastizales semiáridos. Desarrollo y aplicación de la tecnología NIRS en estudios ecológicos*. Tesis Doctoral, Univ. Complutense, Madrid.
- Pettersson, P.; Nordkvist, E. and Salomonsson, L. 1992. Determination of botanical composition in forage using NIRS and multivariate calibration. In: *Near infra-red spectroscopy. Bridging the gap between data analysis and NIR applications*, eds Hildrum, K.I., Isaksson, T., Naes, T. and Tandberg, A., Ellis Horwood, London, pp 277-280.
- Redshaw, E.S.; Mathison, G.W.; Milligan, L.P. and Weisenburger, R.D. 1986. Near infrared reflectance spectroscopy for predicting forage composition and voluntary consumption and digestibility in cattle and sheep. *Can. J. Anim. Sci.* **66**: 103-115.
- Reeves, J.B. III; Blosser, T.H. and Colenbrander, V.F. 1989. Near infrared reflectance spectroscopy for analyzing undried silage. *J. Dairy Sci.* **72**: 79-88.
- Rodríguez Vázquez de Aldana, B. 1993. *Elementos minerales en comunidades de pastizal. Desarrollo y aplicación de la técnica NIRS para el análisis rápido*. Tesis Doctoral, Univ. Salamanca.
- Shaffer, J.A.; Jung, G.A.; Shenk, J.S. and Abrams, S.M. 1990. Estimation of botanical

- composition in alfalfa/ ryegrass mixtures by near infrared reflectance spectroscopy. *Agron. J.* **82**: 669-673.
- Shenk, J.S.; Landa, I.; Hoover, M.R. and Westerhaus, M.O. 1981. Description and evaluation of a near infrared reflectance spectro-computer for forage and grain analysis. *Crop Sci.* **21**: 355-358.
- Shenk, J.S.; Norris, K.H.; Barnes, R.F. and Fissel, G.W. 1977. Forage and feedstuff analysis with infrared reflectance spectro/computer system. *Proc. XIII Int. Grassl. Congr.* Leipzig, GDR, pp 454-464.
- Stimson, C.; Kellaway, R.C.; Tassell, R.J. and Ison, R.L. 1991. Prediction of the nutrient content of botanical fractions from annual legumes by near infrared reflectance spectroscopy. *Grass Forage Sci.* **46**: 99-105
- Vázquez de Aldana, B.R.; Pérez-Corona, M.E.; García-Criado, B. y García-Ciudad, A. 1993. Development and application of NIRS in natural grasslands. Prediction of potassium and magnesium contents. *15th Gen. Meet. Eur. Grassl. Fed.* Wageningen, The Netherlands (en prensa)
- Williams, P.C. 1987. Variables affecting near infrared reflectance spectroscopy analysis. In: *Near Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries*, eds Williams, P.C. and Norris, K. Am. Assoc. Cereal Chem. Inc, St Paul, MN, pp 143-167.

EVALUACION DE PASTOS SEMIARIDOS POR NIRS

TABLA 1. Composición botánica y química de las muestras de pastos.

Parámetro	Nº de muestras	Intervalo(*)	Media(*)	SD(**)
<i>Grupo de calibración</i>				
Gramíneas	97	2.74-99.30	46.61	23.78
Leguminosas	97	0.00-53.74	18.46	14.90
Otras familias	97	0.35-92.44	31.92	22.71
Proteína	97	4.27-18.14	9.92	2.46
NDF	97	35.78-75.48	50.88	6.46
ADF	97	25.03-41.50	33.35	3.35
Lignina	97	2.48- 9.85	4.73	1.53
Celulosa	97	21.20-34.48	28.39	2.75
K	92	0.48- 2.47	1.40	0.388
Mg	91	0.08- 0.26	0.15	0.040
<i>Grupo de predicción</i>				
Gramíneas	140	0.00-96.45	50.11	23.85
Leguminosas	140	0.00-56.36	17.41	13.75
Otras familias	140	0.00-95.20	30.76	24.90
Proteína	140	5.80-16.44	9.99	1.80
NDF	140	38.25-70.40	51.99	6.07
ADF	140	25.35-40.83	33.76	3.12
Lignina	140	1.93- 8.25	5.09	1.49
Celulosa	140	21.80-36.45	28.44	2.62
K	66	0.72- 2.45	1.37	0.342
Mg	72	0.07- 0.23	0.14	0.034

(*) Porcentaje sobre materia seca

(**) Desviación estándar.

EVALUACION DE PASTOS SEMIARIDOS POR NIRS

TABLA 2. Estadísticos de calibración y longitudes de onda seleccionadas para la predicción de la composición botánica y química en muestras de pastos

Parámetro	Tratamiento matemático(*)	R ² (**)	SEC(***)	Longitudes de onda (nm)
Gramíneas	A	0.86	9.14	1200, 1384, 1440, 1508, 1536, 1988
	B	0.92	6.66	1520, 1676, 1704, 1828, 2304, 2376
	C	0.90	7.24	1152, 1508, 1772, 1884, 2024, 2360
Leguminosas	A	0.77	7.43	1684, 1708, 1728, 1792, 2264, 2316
	B	0.81	6.82	1560, 1724, 1952, 2240, 2272, 2308
	C	0.77	7.38	1608, 1716, 1732, 2188, 2252, 2320
Otras familias	A	0.88	9.22	1432, 1484, 1688, 1716, 2120, 2240
	B	0.85	9.54	1112, 1672, 1700, 1720, 2304, 2388
	C	0.88	8.17	1228, 1504, 1628, 2260, 2344, 2376
Proteína	A	0.95	0.56	1256, 1676, 1748, 2060, 2324, 2476
	B	0.94	0.63	1900, 1968, 2040, 2076, 2160
	C	0.93	0.63	1536, 1584, 1704, 1808, 2184, 2236
NDF	A	0.88	2.16	2120, 2248, 2296, 2332, 2364, 2400
	B	0.91	1.97	1428, 1516, 1676, 1776, 2092, 2304
	C	0.91	1.98	1456, 1548, 1800, 1864, 2268, 2324
ADF	A	0.87	1.24	1908, 2064, 2296, 2332, 2388, 2408
	B	0.86	1.33	1544, 1712, 1772, 2396
	C	0.86	1.29	1416, 1616, 1824, 1912, 2048, 2132
Lignina	A	0.90	0.52	1196, 1624, 1668, 1688, 1764, 1844
	B	0.89	0.50	1280, 1652, 1904, 2060, 2156, 2388, 2428
	C	0.91	0.47	1176, 1628, 1884, 1940, 2016, 2276
Celulosa	A	0.84	1.13	1892, 2056, 2296, 2332, 2456, 2488
	B	0.86	1.10	1124, 1468, 1544, 1776, 2224, 2304
	C	0.84	1.15	1320, 1500, 1812, 1896, 1980, 2044
Mg	K	A	0.78	0.189 1732, 1752, 1828, 2016, 2360, 2420
	A	0.84	0.016	1896, 1940, 1964, 2080, 2148, 2196, 2500

(*) A, log 1/R; B. Derivada primera de log 1/R; C. Derivada segunda de log 1/R

(**) Coeficiente de determinación múltiple

(***) Error estándar de calibración

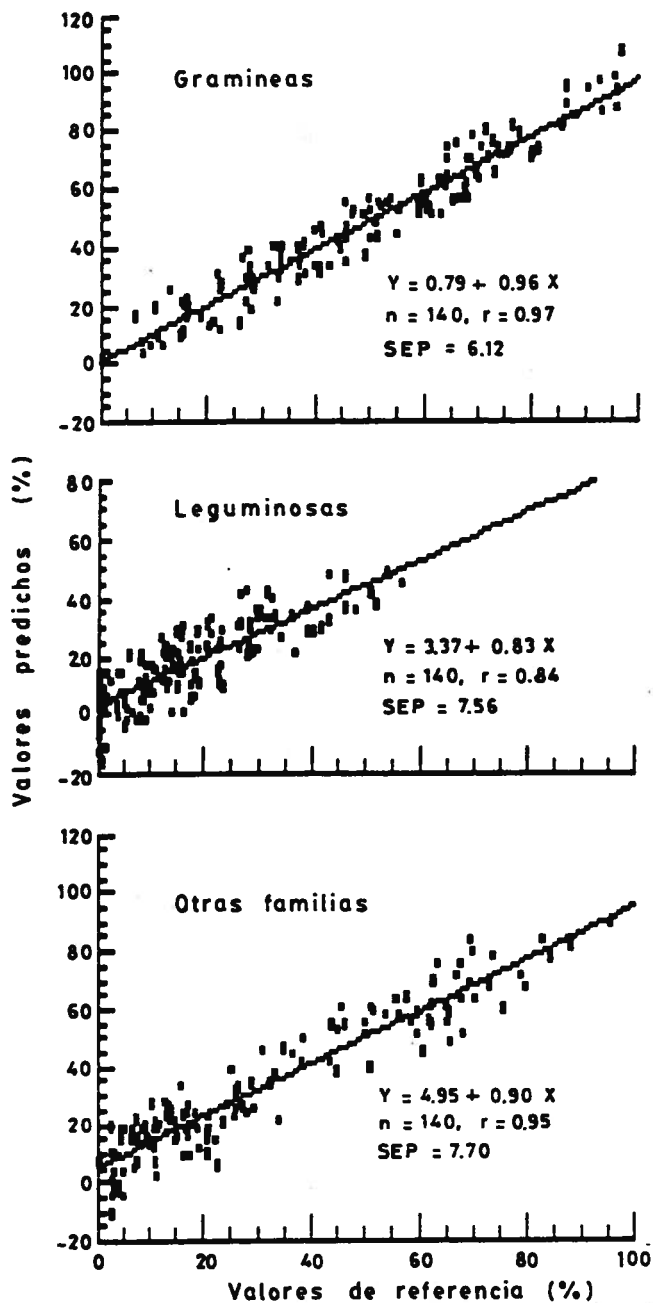


FIGURA 1. Relación entre las proporciones de gramíneas, leguminosas y otras familias predichas por NIRS y las determinadas por separación manual de las muestras.

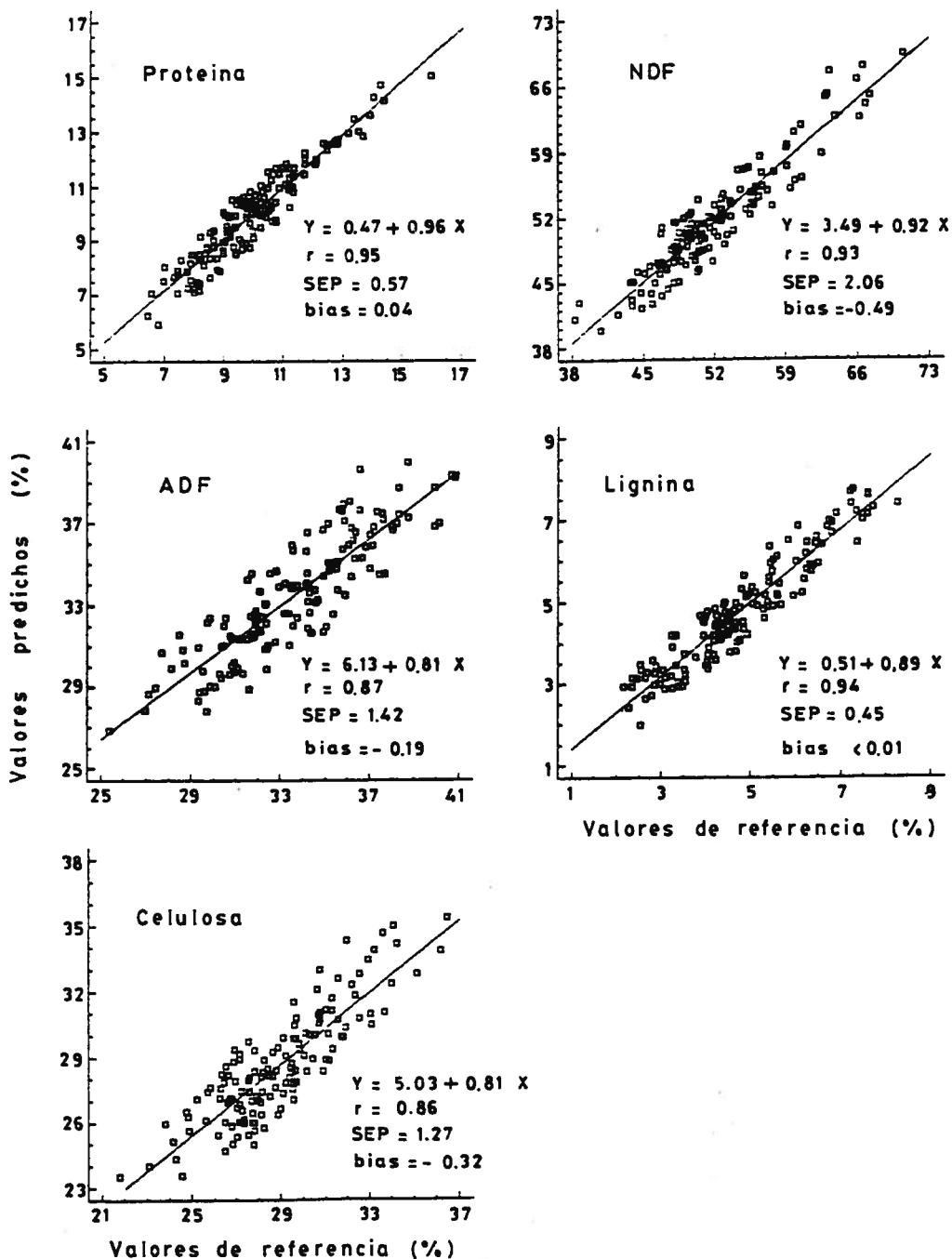


FIGURA 2. Relación entre los valores predichos por NIRS y los determinados por los métodos de referencia.

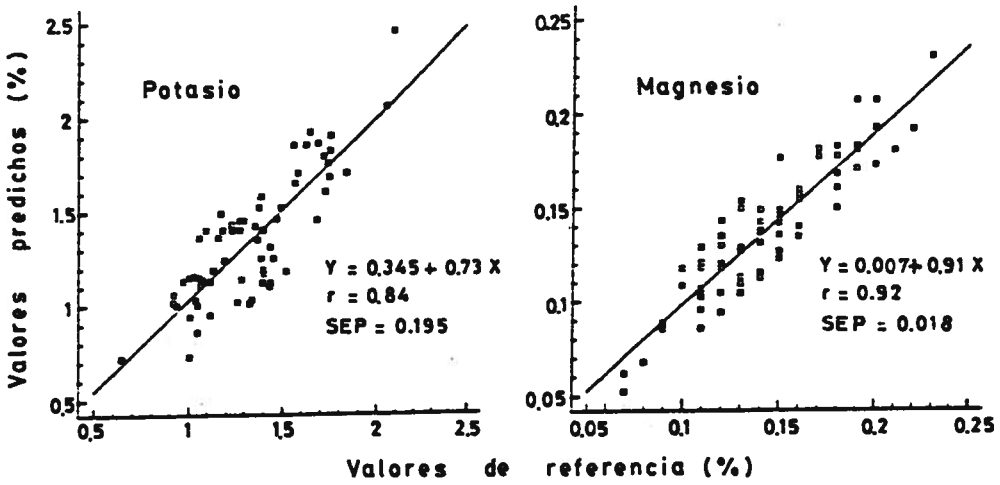


FIGURA 3. Relación entre los contenidos de potasio y magnesio predichos por NIRS y los determinados por los métodos de referencia.

Ponencia XXI
USO DE LA TÉCNICA NIRS PARA LA PREDICCIÓN
DE LA INGESTIÓN DE VARIEDADES
DE PAJA DE CEBADA

A. T. GOODCHILD (*)

T. T. TREACHER (*)

(*) International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas. P. O. Box 5466, Aleppo, Syria.

**USO DE LA TÉCNICA NIRS PARA LA PREDICCIÓN DE LA INGESTIÓN DE
VARIEDADES DE PAJA DE CEBADA**

A.T. Goodchild and T.T. Treacher

International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas P.O.Box 5466, Aleppo, Syria.

En los países en desarrollo las pajas, cañotes y rastrojos, suministran una importante proporción de la ingestión de nutrientes en rumiantes. Los mejoradores de cereales que trabajan en dichos países han ignorado generalmente hasta muy recientemente, el valor nutritivo de la paja en sus programas de mejora. Un importante componente del valor nutritivo de la paja es su ingestión voluntaria (Goodchild et al. 1992); otras medidas también utilizadas frecuentemente son la digestibilidad y el contenido en proteína bruta y fibra. En la actualidad, la ingestión voluntaria solo puede ser medida usando ensayos alimenticios para los cuales se requieren aproximadamente unos 100 kg de paja. En las etapas iniciales de un programa de mejora genética, sería deseable el disponer de métodos de predicción de la ingestión, que junto a una razonable precisión requiriesen cantidades de muestra no superiores a 10 g.

ICARDA viene realizando trabajos orientados al estudio de la aplicación de la técnica NIRS en la evaluación nutricional de la paja de cebada, ya que dicha técnica ofrece ventajas de gran interés en programas de mejora, como rapidez, no destrucción de muestra y aplicación a pequeñas cantidades de muestra (inferior a 10 g). El objetivo del presente trabajo ha sido el mostrar la capacidad predictiva de la técnica NIRS para la predicción de la ingestión voluntaria, digestibilidad *in vitro*, y contenido en proteína y fibra de diferentes genotipos de paja de cereal.

El trabajo ha sido realizado con un equipo NIRS 5000 (NIRSystems USA). Es un monocromador que produce un espectro continuo en la región de 1100 a 2500 nanómetros (0.0011 y 0.0025mm). La energía reflejada es medida a intervalos de 10nm. La muestra se analiza molida y se utilizan cantidades de 4 g o incluso inferiores. El espectrofotómetro se conecta a un ordenador que procesa los datos utilizando software NSAS.

Ingestión voluntaria

La ingestión voluntaria se midió en 41 muestras de paja de cebada, utilizando ovejas adultas Awassi, pesando entre 45 y 55 kg. Recibieron la paja como "tibn", paja molida toscamente, según lo hacen en el Próximo Oriente. Se prepara, utilizando paja larga, en un molino de martillos provisto de una malla de 2 cm. Se realizaron un total de 8 series de experiencias con una duración entre 13 y 21 días. Dieciseis de las muestras evaluadas, incluyendo seis muestras cosechadas en 1990, se utilizaron para

Tabla 1. Longitudes de onda usadas en 10 calibraciones NIR para predicción de ingestión de paja de cebada e índices de precisión.

Número de calibración	longitudes (nm) de onda				Error estándar de predicción	Coeficiente de estabilidad de predicción	Cuadrado medio por genotipo (probabilidad)
	1	2	3	4			
INT1	2200	2440	2260		2,05	0,900	98809 (0,29)
INT3/INT7	2200	2460	2260		1,83	0,867	76343 (0,23)
INT5/INT9	2380	2240	2180		2,20	1,190	149264 (0,05)
INT2	2440	2260	1140	2200	1,77	0,844	76530 (0,50)
INT4	2460	2260	1100	2200	1,43	0,683	47491 (0,87)
INT8	2460	2260	1120	2200	1,51	0,713	52310 (0,91)
INT6/INT10	1740	2180	1420	2380	1,57	0,970	111289 (0,18)

* Segmento = 4nm para INT1, INT2, INT7, INT8, 8 nm para INT3, INT4, INT9 y INT10, y 12 nm para INT5 y INT6. Intervalo = 4 nm para INT1-INT6, y 8 nm para INT7-INT10.

la validación de las ecuaciones de calibración obtenidas con un total de 25 muestras utilizadas como grupo de calibración. Antes del análisis NIR, las muestras de tbn fueron molidas en un molino Wiley provisto de malla de 6mm. Se obtuvieron un total de 10 calibraciones, usando tres o cuatro longitudes de onda y cinco combinaciones del segmento e intervalo de derivación, y se realizó un tratamiento de segunda derivada de los datos de log (I/R). En tres pares de calibraciones las longitudes de onda seleccionadas fueron idénticas. Las diferentes ecuaciones fueron comparadas utilizando diferentes estadísticas (Tabla 1).

Se seleccionó la ecuación INT9 debido a su capacidad para distinguir entre genotipos de paja de cebada. La figura 1 muestra la correlación entre los datos de ingestión predichos por NIRS y los datos de referencia de las muestras utilizadas en la calibración. El coeficiente de determinación fué de 0.945, el cual debería ser ajustado a 0.937, para las tres longitudes de onda calculadas por el proceso de calibración. El error estándar de calibración fué de 1.87 g de materia seca por kg de peso vivo, siendo el rango de ingestión en el grupo de calibración de 7 a 32 g MS/kg.

La figura 2 muestra la correlación entre la ingestión predicha por NIRS y los datos de referencia para el grupo de validación. El coeficiente de determinación fué de nuevo bastante aceptable (R^2 ajustado = 0.893) y el error estándar de predicción fué de 2.07 g MS/kg PV. Es especialmente importante el observar que en 1990 el rango de valores NIRS fué similar al obtenido en ensayos con animales (R^2 ajustado = 0.500, SEP = 1.88). La adecuación del NIRS para predecir datos de respuesta animal ha sido comentada por Givens *et al* (1991). Dichos autores mostraron que el NIRS era más preciso para la predicción de digestibilidad *in vivo*, que tres técnicas *in vitro* convencionales.

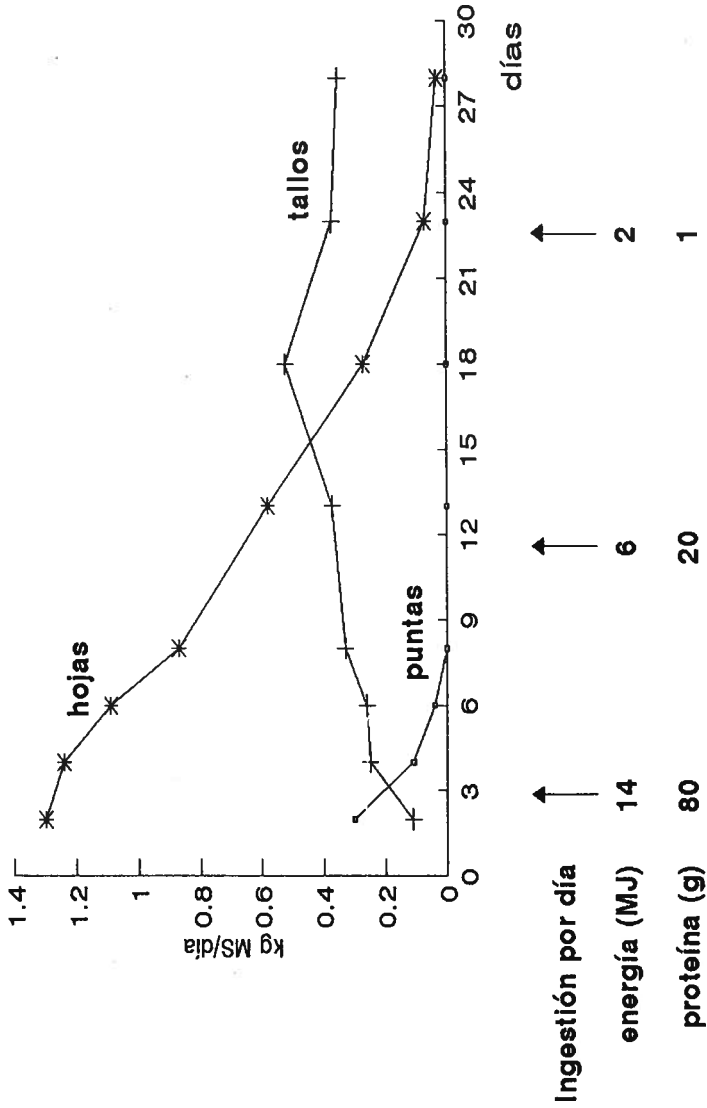
Valores de laboratorio: fibra ácido detergente (ADF), lignina, proteína bruta y materia orgánica digestible en la materia seca (MODMS)

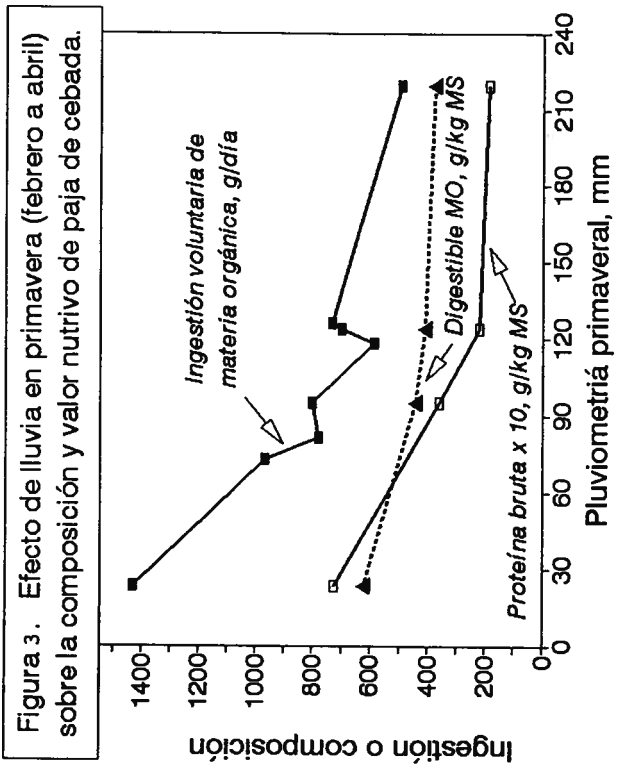
Las calibraciones para estos datos de laboratorio se obtuvieron utilizando como grupo de calibración el mismo utilizado para la predicción de ingestión, pero dichas calibraciones deben considerarse preliminares, ya que será posible el incluir más muestras. En el diagrama de la figura 3 se muestran las longitudes de onda y los coeficientes para cada una de ellas. Los errores de calibración ajustados fueron respectivamente de 18.4, 6.6, 8.2 y 24.0 g/kg MS para ADF, lignina, proteína bruta y digestibilidad de la materia orgánica en la materia seca. Las calibraciones han sido validadas con un grupo de 108 muestras de paja de cebada. A pesar del reducido número de muestras utilizado para la calibración, los errores estándares de predicción fueron sólo algo superiores a los obtenidos por otros autores. Dichos errores fueron respectivamente de 22.6, 12.8, 8.1 y 39.6 g/kg MS para ADF, lignina, proteína bruta y DMOMS. Stimson *et al* (1991) obtuvieron errores de 19.2, 9.6, 10.0, y 19.3 g/kg

Figura 1.
CALENDARIO DE ALIMENTACION DE REBAÑOS EN EL " Steppe " EN SIRIA

Periodo	Etapas fisiológicas	Zona	Alimentos mas importantes	Alimentos secundarios
Junio ↓ Septiembre	Cubrición Principio de gestación	Tierras cultivadas	- Rastrojos de cereales	- Residuos de cultivos de verduras
Octubre ↓ Noviembre	Gestación	Tierras cultivadas o Steppe	- Residuos de cultivos regados (esp. algodón) - Paja.	- Residuos de cultivos de verduras
Diciembre ↓ Febrero	Fines de gestación Principio de lactancia	Steppe	- Paja - Cebada	- Semilla de algodón, - Salvado de trigo - Pan
Marzo ↓ Mayo	Lactancia	Steppe	- Pastos naturales o - En años secos Cebada y paja	- Cultivos de cebada

Figura 2.
Ingestión de partes de rastrojos, energía (MJ) y proteína por ovejas pastando a 40 ovejas/ha.





MS para los mismos parámetros, si bien en forraje de leguminosas anuales. Es probable que la predicción de DMOMS de pajas sea más difícil que la de leguminosas. Givens *et al* (1991) obtuvieron un SEP de la digestibilidad *in vivo* de paja de cereal de 37.1 g/kg MS. Stimson *et al* concluyeron que la capacidad del NIRS para evaluar un elevado número de muestras compensa su algo reducida precisión. En nuestro laboratorio, se están desarrollando nuevas calibraciones usando un mayor número de muestras.

Conclusiones

El presente trabajo muestra que la espectroscopia de reflectancia en el infrarojo cercano puede predecir la ingestión con una precisión que es de utilidad en el análisis de variedades de paja generados en la etapa inicial de programas de mejora genética. La ecuación de calibración NIRS desarrollada para ingestión es al menos tan útil desde el punto de vista práctico como lo son las calibraciones de ADF, lignina, proteína, o digestibilidad *in vitro*.

Referencias bibliográficas.

- Givens, D.L., Baker, C.W., Moss, A.R. and Adamson, A.H. 1991. A comparison of near-infrared reflectance spectroscopy with three *in vitro* techniques to predict the digestibility *in vivo* of untreated and ammonia-treated cereal straws. *Animal Feed Science and Technology* 35: 83-94.
- Goodchild, A., Ceccarelli, S., Grando, S., Hamblin, J., Treacher, T., Thomson, E. and Rihawi, S. 1992. Breeding for cereal straw quality. Paper presented at the International Conference on Manipulation of Rumen Micro-Organisms to Improve Efficiency of Fermentation and Ruminant Production, Alexandria, Egypt.
- Stimson, C., Kellaway, R.C., Tassell, R.J. and Ison, R.L. 1991. Prediction of the nutrient content of botanical fractions from annual legumes by near-infrared reflectance spectroscopy. *Grass and Forage Science* 46: 99-105.

Coloquio
REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO (II)

REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO (II)

Variabilidad de la ingestión de paja de cereales.

LLama la atención la alta variabilidad obtenida en las ingestiones de las muestras de paja utilizadas en la calibración del NIR.

Se señala que la misma era debida al efecto de la variedad y al del año. Este es muy fuerte, porque, en años secos, la planta muere antes de trasladar los nutrientes hasta las espigas y las pajas mantienen un alto nivel de proteína, etc... En años lluviosos ocurre lo contrario.

Estrategia para la valoración de pajas

El trabajo de valoración de pajas se continúa para obtener mejores ecuaciones de calibración. Como la valoración con animales resulta cara, la estrategia que se esta realizando es la de valorar con el NIR las pajas obtenidas en los ensayos de valoración de distintos genotipos y cuando se aprecia alguno con un valor de interés, se realiza una siembra mas amplia, para obtener suficiente paja y poder realizar los ensayos de ingestión con los animales.

Diferencias de precisión según el tratamiento matemático.

Se pregunta por las diferencias de precisión obtenidas al emplear diferentes tratamientos matemáticos (1ª ó 2ª derivadas), En el trabajo sobre valoración de pastizales dichas diferencias fueron escasas porque se tratò de controlar al máximo la homogeneidad de presentación de las muestras. Los tratamientos matemáticos son especialmente indicados cuando el material del que se parte procede de distintas partes y han sufrido distintos procesos de preparación. No obstante, tanto en la bibliografía, como en los resultados obtenidos en este trabajo, parece que para la lignina el tratamiento más adecuado es la 2ª derivada.

Software del NIR.

Uno de los problemas para el uso del NIR radica en la calidad del software utilizado para trabajar con los espectros. El NASAS no es el mas adecuado para el trabajo con forrajes, pero muchas veces la venta llega hasta los últimos rincones...

Ponencia XXII

**IO - EL BANCO DE DATOS DE ALIMENTACION ANIMAL
DE LA ASOCIACION FRANCESA DE ZOOTECNIA**

**GILLES TRAN
BARBARA BONETTI
OLIVIER LAPIERRE**

**IO - EL BANCO DE DATOS DE ALIMENTACION ANIMAL
DE LA ASOCIACION FRANCESA DE ZOOTECNIA
Gilles TRAN, Barbara BONETTI¹, Olivier LAPIERRE²**

1. INTERES E HISTORIA DEL BANCO DE DATOS

1.1. Interés

Cuando se busca información sobre las materias primas para la alimentación animal, se utilizan habitualmente tres tipos de fuentes de datos : las tablas de composición, la literatura científica y los sistemas de información internos (el banco de datos del laboratorio de la empresa, por ejemplo). Cada fuente tiene sus ventajas y sus desventajas también.

Las *tablas* suelen ser muy prácticas, de utilización sencilla e intuitiva. Contienen la mayoría de las informaciones de uso cotidiano, pero muchas veces falta información sobre la variabilidad de las características (desviaciones estándar, valores extremos) así como datos sobre características y materias primas nuevas, o de menor importancia. Además, estas tablas se actualizan con una periodicidad variable y algunas de ellas contienen datos caducos.

La *bibliografía* trae datos de análisis y de experimentación sobre productos nuevos, ó informaciones sobre métodos nuevos o características poco comunes. Resulta que los datos bibliográficos son al mismo tiempo imprescindibles - porque este tipo de información no se encuentra en otro lugar -, y de manejo delicado cuando se trata de compararlos con datos más usuales.

Los *sistemas de información internos* contienen los datos de empresas y organizaciones. El número de datos puede ser muy grande y alcanzar las centenas de miles de resultados analíticos. Este tipo de sistema da una imagen bastante precisa y completa, aunque parcial, de lo que es el mercado de las materias primas. Pero, por ser datos de origen privado, quedan fuera del alcance de organizaciones externas. A veces, la misma organización que produce estos datos no los puede utilizar por falta de sistemas de gestión eficientes.

En todo caso, la búsqueda de información resulta muy costosa porque los datos no se encuentran en un lugar único, sino que están dispersos. Muchos datos que pueden producirse de manera puntual (el control de calidad, por ejemplo), acaban su "vida informativa" en estos verdaderos cementerios de datos que son algunos bancos de datos o archivos. Además, cuando la información no se puede encontrar, porque se ha perdido o porque no existe, es preciso hacer los análisis respectivos o plantear experimentos costosos.

Por lo tanto, un Banco de Datos con capacidad de gestión centralizada a nivel nacional ó regional de datos de composición o de valor nutricional puede ser un instrumento de difusión complementario de los que existen ahora. Eso permite tanto el ahorro de tiempo y dinero como la racionalización de los conocimientos y de las investigaciones. En efecto, reuniendo datos dispersos, se puede saber mejor lo que ya existe, lo que falta, y lo que se tiene que hacer. En este sentido, un Banco de Datos funciona no sólo como una estructura de difusión sino

¹Association Française de Zootechnie, 16 rue Claude Bernard 75231 Paris Cedex 05

Tel : 19 33 44 08 18 08 Fax 19 33 44 08 18 53

²Département des Sciences Animales, Institut National Agronomique Paris-Grignon, 16 rue Claude Bernard 75231 Paris Cedex 05

también como un lugar de discusión entre organizaciones a veces en competencia, que encuentran así un terreno neutral para intercambiar ideas.

1.2. Historia del Banco de Datos

"Bancos de Datos" en el papel existen desde el principio del siglo, pero la necesidad de una estructura informatizada se concretó en los años 60, con la creación paralela de los Bancos estadounidense y alemán. La Red Internacional de Centros de Información sobre los Alimentos para Animales (International Network of Feed Information Centres) federa desde 1980 las estructuras (instituciones públicas, universidades) con interés en la producción de datos sobre los alimentos, que sean verdaderos Bancos de datos o no.

El primer intento de creación de un Banco de Datos Francés ocurrió en 1981. Aquel proyecto no se finalizó prácticamente : en aquella época las empresas no estaban preparadas, desde un punto de vista tanto técnico como intelectual para encarar la lógica del intercambio de información que supone un Banco de Datos. Sin embargo, aquel experimento tuvo consecuencias positivas. Se decidió que un tal programa debía limitarse a los aspectos técnicos de las materias primas, dejando de lado los aspectos económicos o vinculados a los alimentos compuestos. Se decidió también que la integración de las empresas era un paso obligatorio: no se haría un Banco de Datos creíble sin el apoyo financiero y técnico del sector de la alimentación animal.

El proyecto se volvió a lanzar en 1985, bajo la iniciativa del Ministerio de la Agricultura, y lo encabezó el Departamento de Ciencia Animal del Institut National Agronomique Paris Grignon (INA P-G). El desarrollo de Bancos de Datos sobre la materias primas en los Países Bajos, el Reino Unido y Australia, la generalización de la micro-informática y la aparición de programas de bases de datos llamados "relacionales", de uso más sencillo, fueron también motivos que impulsaron el proyecto Francés. Con el apoyo del Ministerio y de las empresas que habían participado en el proyecto de 1981, se necesitaron más de 3 años de discusiones antes de que se firmara el acuerdo final en Noviembre de 1988 entre el Ministerio, 16 empresas e organizaciones (los "socios"), y la Asociación Francesa de Zootecnia, "ejecutor" y marco jurídico del Banco de Datos, localizado en el Departamento de Ciencia Animal del INA P-G.

El proyecto se desarrolló durante 3 años, con un presupuesto de más de 2 millones de FF (más de 45 millones de Ptas) con una participación del 50% por parte del Ministerio y la otra mitad con una aportación de los socios. Se optó por una estructura ligera (contrariamente a los Bancos de Datos estadounidense y alemán, que forman parte de administraciones con acceso a un ordenador central), con un solo ingeniero que cuenta con el más reciente equipo micro-informático de tipo PC y con un sistema de base de datos relacional (Sistema ORACLE).

Al final del período de desarrollo, en Marzo de 1992, se abrió el Banco de Datos al público. En Septiembre de 1993, io - el Banco de Datos de la Alimentación Animal cuenta con 19 socios (Cuadro 1). 2 ingenieros de tiempo completo trabajan en el Banco, con el apoyo de los profesores, científicos e ingenieros del Departamento de Ciencia Animal del INA P-G.

Cuadro 1
Lista de los socios del Banco de Datos

Investigación pública	INRA IEMVT/CIRAD (agronomía y zootecnia tropical)
Institutos técnicos y organizaciones profesionales	CETIOM (oleaginosas y derivados) ITCF (cereales y forrajes) ITP (cerdos) ONIDOL (oleaginosas y derivados) UNIP (proteaginosas)
Fabricantes de materias primas	BÉGHIN-SAY / CERESTAR / CENTRAL SOYA EUROLYSINE (aminoácidos) FRANCE LUZERNE (alfalfa deshidratada) GENERALE SUCRIERE (azúcar) USICA (remolacha, azúcar)
Fabricantes de alimentos compuestos	COOPERL / Ets LOGEAIS EURONUTRITION / CCPA / UCANOR MG2 MIX SANDERS TECHNA UCAAB UNICOPA

2. CONTENIDO

El Banco de Datos colecta y difunde datos de composición química y de valor nutricional de todo tipo de materias primas y forrajes. La mayoría de los datos (90%) viene directamente de los laboratorios de los organismos que participan en el Banco, mientras que el 10% restante viene de la literatura científica internacional.

2.1. Los datos

El dato básico es un valor numérico que se obtiene sobre una muestra de materia prima :

- resultado de análisis química o física
- valor nutricional obtenido por experimentación animal

El Banco contiene características clásicas (proteínas, materia seca ...) tanto como características de menor importancia, o de análisis más difícil y complejo (aminoácidos, oligoelementos ...). En cuanto a los valores nutricionales, tenemos valores sobre rumiantes, cerdos, aves, conejos, caballos, perros y truchas. No hay límite teórico para el tipo de datos que se pueden coleccionar, a condición de que se refieran a las materias primas utilizadas en alimentación animal.

Para cada muestra, se coleccionan los valores con otros tipos de informaciones descriptivas: origen geográfico e industrial de la muestra, fechas de colección, tecnología de fabricación, métodos de análisis y protocolos de experimentación. Se apunta también la procedencia de los

datos : número de código interno en el caso de datos procedentes de empresas, título de la publicación, nombres de los autores y palabras clave en el caso de datos bibliográficos. Hemos desarrollado una base bibliográfica, relacionada con lo anterior e indexada con palabras claves específicas de la alimentación animal. La figura 1 representa una pantalla de descripción de las muestras. Se trata aquí de una muestra de torta de cacao procedente de una chocolatería francesa de la región de Perpiñan (esta pantalla sólo contiene datos descriptivos pero no datos de composición).

Figura 1
Pantalla de descripción de las muestras

DESCRIPTION DU LOT DE MATIERE PREMIERE	; CODE MATIERE PREMIERE 401		
DESCRIPTION DE LA MATIERE PREMIERE			
CACAO,,,,,			
THEOBROMA,CACAO,,,			
COQUES,,,,,,MAT >10 - CB < 25,			
LOT AFZ 21704	PARTENAIRE 15	SOCIO X	LOT PARTEN. 519160
PUBLICATION 477			
Données 1985			
Document interne SOCIO X			
Signature	Durée	Diffusion	
0 Lot signé	0	0	Données toujours diffusables
Sais.17/06/91	Récolte	Prélv.31/10/85	Var.
Code Pays	Région	Autre origine géographique	
1 FRANCE		PERPIGNAN	
Num Département	Fournisseur	Type de lot	
66 PYRENEES ORIE	1234 CHOCOLATERIE CANTALOU		
Autres caractéristiques de l'échantillon			

El Banco de Datos puede garantizar un cierto nivel de confidencialidad para los datos de origen privado, atrasando por ejemplo el momento de su difusión, u ocultando el nombre de la empresa proveedora de los datos.

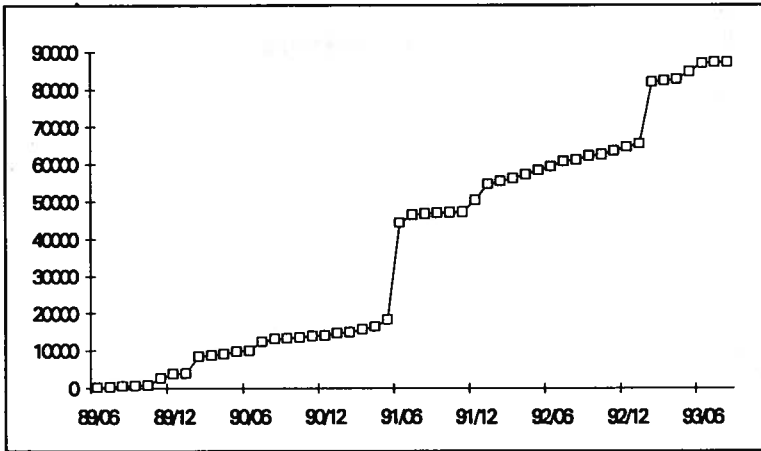
2.2. Estadísticas elementales

Cada 6 meses, actualizamos las estadísticas elementales de composición química o de valor nutricional de todas la materias primas para todas las características : valores medios, mínimos y máximos, desviaciones estándar y números de muestras utilizadas en el cálculo. Calculamos también estadísticas anuales para las principales materias primas comercializadas.

2.3. Números de datos

En Septiembre de 1993, el Banco de Datos contaba con 480.000 valores (90.000 muestras) correspondientes a más de 2100 ingredientes y 400 tipos de características químicas y nutricionales. La base bibliográfica contaba con más de 1000 documentos registrados e indexados.

Figura 2
Evolución del número de muestras desde 1989



2.4. Administración de los datos

Cuando llegan al Banco, los datos se encuentran bajo una forma "bruta": la mayoría de la información está codificada por la empresa o la organización de procedencia. Por ejemplo, el producto "torta de soya 48" no llevará este nombre, sino un código particular. Ocurre lo mismo para las características químicas, los nombres de proveedores de materias primas etc. Entonces, el primer trabajo consiste en traducir todos estos códigos o nomenclaturas exteriores en los códigos y nomenclaturas propios al Banco de Datos.

El segundo problema al que nos enfrentamos es la validación de los datos. Nuestra experiencia indica que el 1% de los datos que recibimos tienen que ser rechazados porque son atípicos ó, a veces, aberrantes. La búsqueda de estos datos erróneos se hace con dos series de verificaciones: en la primera serie, se verifica que los datos de una misma muestra sean coherentes entre ellos (por ejemplo, la suma de los principales componentes químicos debe ser inferior 100%, como se ve en la figura 3); una segunda serie de verificaciones compara los datos candidatos a los valores extremos ya registrados para la misma pareja materia prima/característica (figura 4). En cualquier caso, el sistema de validación propone datos posiblemente aberrantes, pero la decisión la toma siempre uno de los ingenieros del Banco: sea un rechazo del dato dudoso, su corrección, su reafectación a otra materia prima ó su aceptación.

Figura 3
Validación de tres muestras de trigo

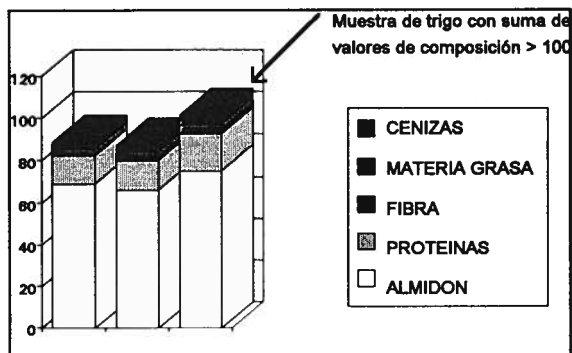
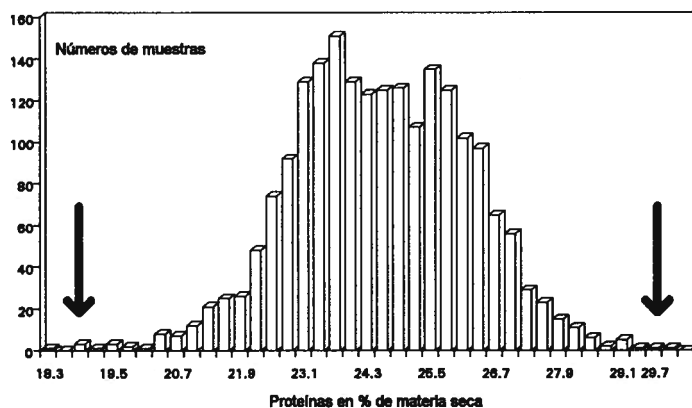


Figura 4
Validación de los valores extremos de las proteínas del guisante



3. UTILIZACION

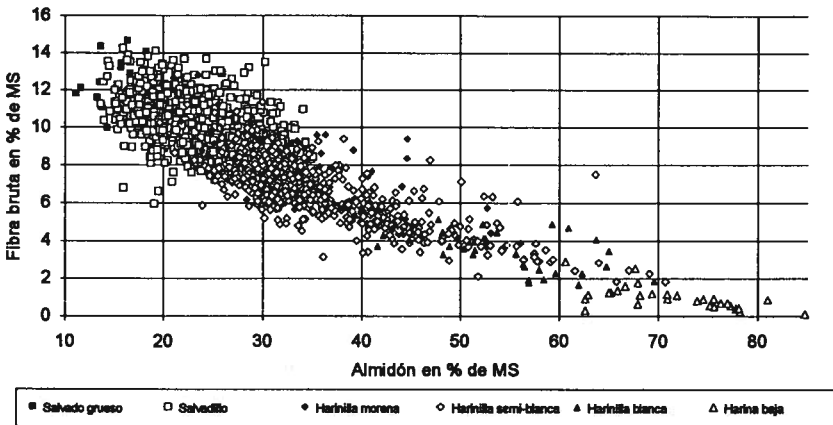
3.1. Difusión de datos

Los utilizadores del Banco de Datos, que sean socios o clientes exteriores, dirigen directamente sus preguntas a los ingenieros del Banco por teléfono, carta ó fax.

Los datos individuales que constituyen el fondo de datos se pueden difundir tal y como están: un valor de una muestra particular puede ser acompañada por el método de análisis, el nombre del laboratorio, el nombre de la planta que ha fabricado la materia prima, o de todo tipo de información disponible y no confidencial.

Los datos pueden también utilizarse bajo diferentes formas : estadísticas elementales (Cuadro 2), ecuaciones de predicción, matrices de datos, comparación de productos o de métodos, estudio de efectos (tiempo, tecnología ...) o de relaciones entre características (figura 5)... La explotación de los datos se puede realizar por los ingenieros del Banco de Datos o directamente por el cliente, a quien le será proporcionado el archivo de datos adecuado, en diskette ó papel. El Banco de Datos puede también realizar investigaciones bibliográficas.

Figura 5
Relación entre fibra bruta y almidón en los sub-productos del trigo



Cuadro 2
Valores medios y estadísticas elementales de la torta de lino (datos parciales)

Codo molinos parridos : 491											
TOURTEAU DE LIN EXPPELLER	UNITE	Valours sur brut					Valours sur sec				
		Moyenne	Ext-type	Minimum	Maximum	Nb	Moyenne	Ext-type	Minimum	Maximum	Nb
MATIERE SECHE	%	90.26	1.57	86.8	95.36	90					
MATIERES AZOTEES TOTALES coefficient 6.25	%	31.43	2.21	25.43	36.8	94	34.88	2.59	28.29	41.61	97
CELLULOSE BRUTE	%	9.88	1.4	7	14.13	84	10.96	1.51	7.69	15.66	87
MATIERES GRASSES	%	7.57	2.09	3.8	16.5	83	8.41	2.27	4.06	18.09	84
CENDRES	%	5.93	0.76	4.9	8.4	64	6.55	0.78	5.43	9.03	68
ENERGIE BRUTE	kcal/kg	4449				1	4943	39.56	4898	4981	4
NDF Neutral Detergent Fiber	%	21.06	1.67	17.8	23.1	11	24.69	3.38	19.14	33.3	16
ADF Acid Detergent Fiber	%	13.06	0.74	12.1	14.1	10	14.73	0.88	13.01	16	12
LIGNINE	%	5.37	0.61	4.6	6.5	11	6.13	0.91	5.24	8.45	14
PENTOSANES	%						12.19				1
AMIDON	%	6.72				1	7.45				1
CENDRES INSOLUBLES	%	0.8				1	0.9				1
CALCIUM	%	0.42	0.1	0.14	0.84	48	0.47	0.12	0.15	0.95	48
PHOSPHORE	%	0.81	0.06	0.7	0.94	50	0.9	0.07	0.75	1.07	50
SODIUM	%	0.09	0.03	0.06	0.12	5	0.1	0.03	0.06	0.14	5
MANGANESE	mg/kg						43				1
ZINC	mg/kg						71				1
ACIDE ASPARTIQUE	%	3.05	0.29	2.63	3.27	4	3.29	0.32	2.82	3.5	4
ACIDE GLUTAMIQUE	%	6.36	0.52	5.63	6.85	4	6.87	0.56	6.04	7.21	4
ALANINE	%	1.48	0.13	1.32	1.61	4	1.59	0.13	1.42	1.69	4
ARGININE	%	3.11	0.35	2.71	3.53	4	3.36	0.44	2.91	3.92	4
CYSTINE	%	0.56	0.05	0.51	0.6	3	0.59	0.04	0.55	0.63	3
GLYCINE	%	1.91	0.19	1.67	2.09	4	2.06	0.19	1.79	2.19	4
HISTIDINE	%	0.8	0.2	0.61	1.08	4	0.87	0.23	0.66	1.2	4
ISOLEUCINE	%	1.41	0.14	1.23	1.55	4	1.52	0.14	1.32	1.63	4
LEUCINE	%	1.89	0.16	1.67	2.03	4	2.04	0.17	1.79	2.16	4
LYSINE	%	1.21	0.12	1.09	1.32	4	1.31	0.12	1.17	1.43	4
METHIONINE	%	0.64	0.04	0.61	0.69	3	0.68	0.06	0.65	0.75	3
PHENYLALANINE	%	1.49	0.16	1.28	1.67	4	1.61	0.17	1.37	1.75	4
SERINE	%	1.58	0.13	1.44	1.72	4	1.7	0.12	1.55	1.8	4
THREONINE	%	1.25	0.1	1.11	1.32	4	1.35	0.11	1.19	1.42	4
TRYPTOPHANE	%	0.57	0.03	0.55	0.59	2	0.61	0.04	0.58	0.64	2
TYROSINE	%	0.71	0.16	0.58	0.9	4	0.77	0.18	0.63	1	4
VALINE	%	1.64	0.17	1.41	1.81	4	1.77	0.18	1.51	1.9	4
METHIONINE + CYSTINE	%	1.2	0.07	1.12	1.25	3	1.28	0.08	1.2	1.36	3
ACIDE CYANHYDRIQUE	mg/kg	0.01				1	0.01				1
ERGOSTEROL	µg/g	4.77	2.16	2.7	7	3	5.24	2.36	2.98	7.69	3

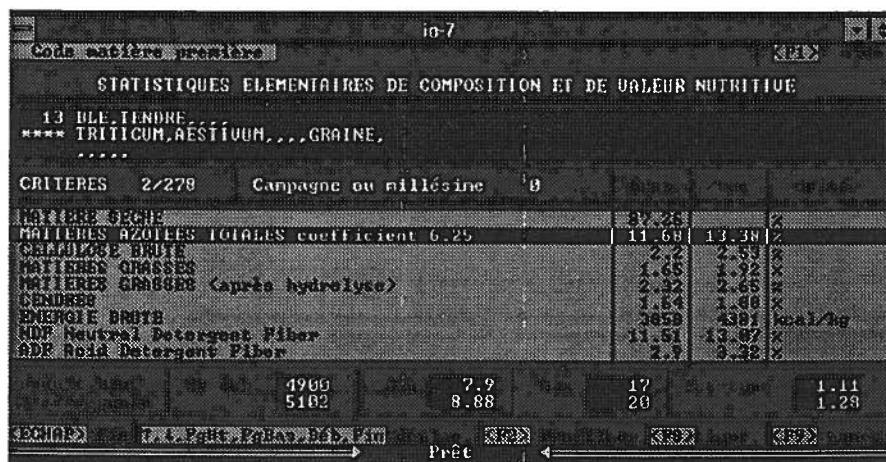
Cuadro 3
Algunas preguntas dirigidas al Banco de Datos en los últimos meses

Oligo-elementos	Datos individuales
Factores anti-nutricionales del colza	Datos individuales
Polisacáridos	Bibliografía
Fósforo fitico	Bibliografía
Características físicas	Bibliografía
Análisis Van Soest	Valores medios
Valores nutricionales de las tortas de colza	Valores medios + Bibliografía
Valores nutricionales de los guisantes	Datos individuales
Matrices de datos	Valores medios

3.2. El programa io-7

Para una utilización cotidiana, difundimos un programa independiente, io-7, para microordenadores de tipo PC. Este programa contiene las estadísticas individuales (globales y anualizadas) de composición y de valor nutricional de todas las materias primas registradas en el Banco de Datos. io-7 se actualiza cada 6 meses. Existe una versión de io-7 reducida a los principales materias primas. En la figura 6 se ven las estadísticas de composición química del trigo : los valores medios están el la parte derecha de la pantalla (expresados sobre materia bruta y materia seca), mientras que la parte inferior enseña los números de muestras, los valores extremos y los desviaciones estándar.

Figura 6
Pantalla típica del programa io-7 : estadísticas de composición química del trigo



3.3. Más allá del manejo de datos

Además de contribuir en los cursos de zootecnia del INA P-G y de participar en congresos o jornadas científicas, el Banco de Datos está presente en varios proyectos de interés general.

Estos últimos, cuyos ejemplos se presentan a continuación, se ven beneficiando tanto por los datos registrados como por la experiencia adquirida durante los últimos años :

- proyecto sobre la identificación y la calidad de las materias primas
- calidad de la alfalfa deshidratada
- análisis y variabilidad de los arabinosilanos en el trigo
- análisis y variabilidad de los residuos de pesticidas en las materias primas

Por su implicación en este tipo de programas, el Banco de Datos desempeña un papel que va más allá del manejo de datos, sino que se ha convertido en un verdadero actor del sector de la alimentación animal en Francia.

Ponencia XXIII
BANCO DE ALIMENTOS VALORADOS

A. GOMEZ CABRERA (*)
J. E. GUERRERO GINEL (*)
A. GARRIDO VARO (*)

BANCO DE ALIMENTOS VALORADOS

**Gómez Cabrera, A., Guerrero Ginel, J.E., Garrido Varo, A.
E.T.S.I.A.M., Apdo. 3048, CÓRDOBA.**

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la alimentación animal como ciencia esta basado en la estima del valor nutritivo y de la ingestibilidad de los alimentos, junto a la determinación de las necesidades de los animales. Para conseguir estos objetivos se han ido desarrollando a lo largo del tiempo una serie de técnicas que permiten conocer las características fisicoquímicas de los alimentos. Aún cuando algunas de estas características tienen un valor nutricional directo (ej. AAs, vitaminas), otras solo lo tienen como predictores de parámetros nutritivos, como pueden ser la digestibilidad, la degradabilidad, etc. Así, los valores obtenidos al aplicar estas diferentes técnicas analíticas han sido puestos en relación con los valores nutritivos y/o la ingestibilidad obtenidos en ensayos biológicos, de forma que, con el paso del tiempo, y a través de la realización de numerosos ensayos, se han ido obteniendo ecuaciones que permiten estimar dichos valores nutritivos e ingestibilidad a partir de los valores obtenidos en los análisis fisicoquímicos.

El esquema, dentro de su simplicidad, presenta diversos condicionantes para que las ecuaciones obtenidas por un investigador puedan ser utilizadas con carácter universal. Entre dichos condicionantes se encuentran el que las técnicas analíticas desarrolladas puedan ser utilizadas de forma general, tanto por lo que se refiere a la facilidad de disponer de los materiales necesarios, como a su coste, rapidez, precisión y repetibilidad. De poco vale el que un investigador haya obtenido una ecuación muy precisa para estimar algún parámetro nutritivo, si al utilizar la técnica correspondiente con los mismos materiales, otros investigadores obtienen resultados analíticos muy diferentes. En todo caso, si el error asociado a la medida fuese constante y del mismo signo, la ecuación permitiría establecer comparaciones entre los propios alimentos objeto de la predicción, pero no permitiría comparar estos alimentos con otros distintos. El problema es aún mayor cuando los errores obtenidos en la aplicación de la técnica son erráticos, como consecuencia, por ejemplo, de la dificultad de reproducir siempre las mismas condiciones analíticas.

La realidad de estas dificultades queda claramente de manifiesto en los resultados obtenidos en las sucesivas cadenas de análisis que se vienen realizando (Argenteria y col., 1993). Parece evidente que, si no se pueden corregir los errores que se producen a este nivel, difícilmente podremos utilizar los valores estimados de cada alimento a la hora de decidir sobre su compra y su utilización.

Para la corrección de estos errores lo primero sería determinar su amplitud, no solo a nivel de los laboratorios de investigación y de control, sino de los propios laboratorios

privados de las empresas. Para ello es necesario crear una red de contrastación de resultados, entrelazando los laboratorios que actúen como red principal con aquellos otros a los que sirvan como referencia. La red principal podría estar formada por diferentes laboratorios (Laboratorios de Referencia), en función de la técnica que se está contrastando. Así, sería distinta para parámetros químicos clásicos (PB, FB...), que para otros mas singulares (fenoles, AAs..) o para técnicas específicas (NIRS...). Dicha red debe actuar sistemáticamente, no sólo para detectar la magnitud de los errores, sino también para comprobar el grado de corrección de los mismos, a la vez que como vía para introducir y valorar la fiabilidad de las nuevas técnicas que vayan siendo puestas a punto.

2. USO DE MUESTRAS VALORADAS

Para la corrección de las variaciones obtenidas en un determinado laboratorio existen diversidad de actuaciones y una misma respuesta como solución: Disponer de muestras valoradas, del mismo tipo de las que van a ser analizadas, de forma que puedan ser utilizadas como elementos de comparación.

Dentro del espectro de técnicas analíticas normalmente utilizadas, existen una diversidad de niveles en la dificultad de control. Así, no es lo mismo controlar las condiciones de medida de la humedad o de las cenizas, que la de aquellas que utilizan la filtración, como la fibra bruta o la neutro detergente. Cuando se trata de técnicas analíticas en las que las condiciones de actuación son relativamente fáciles de controlar, lo normal es que los errores de cada laboratorio sean de carácter sistemático, por incorporar un instrumental o alguna rutina que actúe de forma continua provocando un sesgo en las medidas. No obstante, la falta de continuidad en las personas encargadas de los análisis, en los reactivos, el medio ambiente del laboratorio, etc. alteran los valores de estos sesgos. Por otra parte, la falta de atención en la rutina de análisis, las variaciones en la toma de muestras, el funcionamiento irregular de algún aparato, etc., dan lugar a errores irregulares, mas difíciles de detectar. Un ejemplo de ello, en nuestro caso, fue el comprobar que las variaciones que estábamos obteniendo en algunas muestras valoradas en distintas series analíticas eran debidas a la posición que ocupaban durante la desecación en una estufa, en cuyo interior la temperatura no era homogénea. La introducción sistemática de muestras valoradas en el propio laboratorio puede poner estos errores en evidencia y facilitar su corrección. Sin embargo, para que el ajuste no se haga solo a nivel del propio laboratorio, sino en contraste con otro(s) laboratorio(s) de control, hace falta disponer de muestras que hayan sido valoradas en este(os) laboratorio(os) de control y conservadas convenientemente.

Pero las condiciones de trabajo son objetivamente aún mas difíciles de controlar cuando trabajamos con productos biológicos. Así, la medida de la digestibilidad "in vitro" utilizando enzimas comerciales ha estado durante mucho tiempo afectada por la

diversidad de actividades de las distintas marcas e incluso de la misma marca de enzimas. Mas difícil de corregir resulta la actividad del líquido ruminal utilizando la técnica de digestibilidad de Tilley y Terry, en la que la población microbiana de cada individuo puede ser significativamente diferente, afectada a su vez por aspectos como la calidad, cantidad y número de tomas al día de sus respectivas dietas, que, aunque puedan cumplir unos requisitos mínimos, nunca llegan a ser totalmente iguales, o por las condiciones de obtención y manipulación de este líquido.

En situaciones como estas, ni siquiera son válidos los valores de corrección medios obtenidos por comparación entre diferentes laboratorios y resulta obligado corregir los valores de cada serie, incorporando en cada una de ellas un número de muestras internas de características similares a las que van a ser objeto de análisis y cuyo valor de digestibilidad (que podría haber sido obtenida "in vivo" y extrapolar así los valores del análisis a valores "in vivo") (Van Es y Van der Meer, 1980) sea previamente conocido. Como en el caso anterior, si queremos que los valores que obtengamos sean válidos a un nivel general, necesitamos que las muestras valoradas utilizadas procedan de un laboratorio contrastado a ese nivel general.

En el cuadro n: I expresamos los resultados obtenidos en nuestro laboratorio en un análisis de digestibilidad "in vitro" T&T realizado sobre pajas de cereales (tratadas o no con amoníaco). Podemos observar que las dos primeras series tuvieron un comportamiento muy similar, siendo escasa la modificación resultante de aplicar la ecuación de corrección por los estándares internos, en cambio, la 3ª fue muy distinta, consiguiéndose mediante dicha corrección igualar básicamente los resultados.

Existe un tercer nivel de técnicas en las que la valoración no se realiza sino por comparación con los patrones con los que se calibra previamente el aparato. Tal es el caso de la técnica NIRS, tan ampliamente tratada en estas Jornadas. Lo que diferencia a este grupo de los anteriores es que el número de muestras necesario para dicha calibración es muy numeroso, lo que obliga a valorar muestras durante un tiempo, en ocasiones, muy prolongado y, consecuentemente, a conservarlas en condiciones que permitan mantener inalterables los parámetros para los que fueron valoradas y para los que sirven como muestras patrón, sobre todo si la colección de muestras se pretende utilizar en la calibración de diferentes y sucesivos aparatos.

Otro motivo importante para la conservación de muestras valoradas "in vivo", reside en el hecho de que, en muchas ocasiones, los trabajos de valoración realizados por un equipo de investigación afectan a un número tan limitado de muestras, que no es posible el obtener los parámetros químicos que pudieran servir como predictores de los valores nutritivos determinados. En otras ocasiones ocurre que el equipo en cuestión no realiza el análisis de determinados parámetros analíticos, que pudieran servir a este mismo fin. Por otra parte, ocurre también que existe una continua evolución de las

técnicas analíticas y de los parámetros objeto de análisis con esas técnicas. En todos éstos casos, la conservación de muestras valoradas "in vivo" por distintos laboratorios, permitiría agruparlas para ser analizadas de forma homogénea, o enviarlas a un nuevo laboratorio para ser analizadas por esas otras técnicas no utilizadas previamente, o someterlas a estos nuevos análisis que van siendo puestos a punto, de manera que, sin necesidad de repetir el duro trabajo de valoración "in vivo" ya realizado, sea posible obtener ecuaciones de predicción de dicho valor o mejorar las ecuaciones previamente obtenidas, con la incorporación de nuevos parámetros analíticos.

Cuadro nº 1. Utilización de patrones internos en la corrección de resultados de distintas series de digestibilidad "in vitro" (T&T).

1ª SERIE	ECUACIÓN DE REGRESIÓN	DIG. "VIVO" = 18,83 + 0,78. DIG. "VITRO"
	MUESTRA 1	DIG. VITRO = 39,3 -> DIG. VIVO = 49,3
	MUESTRA 2	DIG. VITRO = 41,8 -> DIG. VIVO = 51,2
	MUESTRA 3	DIG. VITRO = 53,8 -> DIG. VIVO = 60,5
2ª SERIE	ECUACIÓN DE REGRESIÓN	DIG. "VIVO" = 26,5 + 0,62. DIG. "VITRO"
	MUESTRA 1	DIG. VITRO = 38,6 -> DIG. VIVO = 50,3
	MUESTRA 2	DIG. VITRO = 41,9 -> DIG. VIVO = 52,3
	MUESTRA 3	DIG. VITRO = 53,5 -> DIG. VIVO = 59,5
	MUESTRA 4	DIG. VITRO = 26,1 -> DIG. VIVO = 42,6
	MUESTRA 5	DIG. VITRO = 61,0 -> DIG. VIVO = 64,1
3ª SERIE	ECUACIÓN DE REGRESIÓN	DIG. "VIVO" = 7,98 + 0,75. DIG. "VITRO"
	MUESTRA 4	DIG. VITRO = 48,0 -> DIG. VIVO = 43,9P
	MUESTRA 5	DIG. VITRO = 75,2 -> DIG. VIVO = 64,2

3. BANCO DE MUESTRAS

3.1. Objetivos

Surge así la necesidad de poner a punto los mecanismos que permitan realizar la conservación estable de estas muestras, teniendo en cuenta las características de cada uno de los parámetros analíticos y el tipo de materia prima de que se trate. Pero mientras estas condiciones pueden ser fáciles de obtener, por ejemplo para muestras secas y un parámetro como las cenizas, la dificultad puede ser mayor en el caso de cualquier parámetro de una muestra húmeda, o para parámetros como las vitaminas o los fenoles,

cuyo mantenimiento pueda verse afectado por la luz, la aireación y/o la temperatura.

Con el fin de dar cumplimiento a estos objetivos de conservación de muestras valoradas y dentro del programa STRIDE (Mejora de la Capacidad Regional de Investigación, Tecnología e Investigación) de ayuda al desarrollo de regiones atrasadas de la CEE, se está creando en la Universidad de Córdoba un "Banco de Materiales Biológicos", uno de cuyos componentes es el "Banco de Alimentos Valorados". Con él se pretenden conseguir los siguientes objetivos:

1) Disponer los medios que permitan la conservación de muestras valoradas en condiciones que posibiliten el mantenimiento de sus valores originales.

2) Poner a disposición de posibles colaboradores las instalaciones del Banco para la conservación de sus propias muestras.

3) Poner a disposición de los usuarios las muestras conservadas en el Banco, en condiciones diferenciales según su régimen de colaboración con el Banco.

4) Realizar estudios sobre el efecto de las condiciones de manipulación y de conservación, sobre la estabilidad de diferentes alimentos y parámetros analíticos.

5) Establecer un Banco de Datos que facilite la gestión de la información asociada a los alimentos, con especial referencia a aquellos almacenados en el Banco de Muestras.

6) Colaborar en el establecimiento de los mecanismos que permitan el control de la calidad de la información que acompaña a cada muestra.

7) Colaborar con la divulgación del interés de la conservación de muestras valoradas y de su uso en la valoración de alimentos o como patrones de referencia en el control de calidad de laboratorios e industrias agroalimentarias.

8) Participar en la puesta en marcha de redes de contrastación e intercambio con otros Bancos similares, tanto a nivel nacional como internacional.

Se pretende con ello desarrollar los criterios del propio programa STRIDE, tanto en orden a "distribuir mas homogéneamente la infraestructura de investigación", como "estimular la cooperación entre los centros de investigación y las empresas" haciendo la investigación más adecuada al desarrollo de estas, "de forma que se sientan estimuladas a introducir innovaciones y a emplear personal altamente cualificado". [Comunicación C(90)1562/2, DOCE 196/90].

3.2. Situación de partida

Se ha realizado una encuesta a los centros relacionados con la ganadería a escala nacional (centros universitarios y de investigación -C.S.I.C. e I.N.I.A.-) e internacional, para conocer la situación de las muestras valoradas en las respectivas instituciones.

De los resultados obtenidos parece deducirse que, a nivel nacional, la conciencia sobre el interés de este tipo de muestras es aun escasa, si bien las discusiones habidas en distintos foros parecen estar despertando dicha conciencia. En general, los materiales que han sido sometidos a ensayos biológicos se almacenan sin excesivo control, en bolsas de

plástico, en habitaciones a temperatura ambiente, normalmente hasta que se aprecia su deterioro (gorgojos, enmohecimiento, ruptura de los envases por roedores ...) o se pierde el conocimiento de su procedencia. En algún caso aislado se vienen almacenando muestras en cámara fría, sin que por ello se pueda hablar de un auténtico control de las mismas.

Se podría decir que la conservación relativamente controlada de muestras valoradas se ha desarrollado a partir de la aparición del NIR en algunos laboratorios, relacionados mas con la utilización de muestras valoradas por vía química, que por vía biológica. En ningún caso parece existir codificación y base de datos asociada.

El panorama cambia a nivel internacional, sin que parezcan existir centros que integren labores de conservación, junto al estudio sistemático de las condiciones idóneas de realización de la misma para diferentes parámetros y alimentos. En general, se conservan solo muestras valoradas "in vivo", normalmente molidas y en botes herméticos, pero a temperatura ambiente. En algunos de los centros se encuentran asociados Bancos de Datos con información muy variada sobre las características de las muestras. En la mayoría de los casos las muestras procedían del propio laboratorio, aunque en algún caso hay convenios bilaterales o incluso acuerdos personales por los que algún Banco recibe muestras de otros laboratorios. Uno de los Bancos (C.I.R.A.D., en París) almacena muestras procedentes de numerosos países tropicales, conservadas en botes de plástico transparente de tapa roscada, aprovechando las condiciones de temperatura más estable existentes en el subsuelo del edificio.

El uso de los Bancos de Datos se encuentra mas extendido. Sus características pueden apreciarse en el trabajo presentado por Tran (1993) en esta misma Reunión. Frente al modelo usual de tablas de composición de alimentos, este sistema presenta múltiples ventajas, tanto en coste, como en posibilidades de información, al permitir la búsqueda conjunta por condiciones de forma inmediata, sin descartar el que la información pueda suministrarse impresa, para un uso tradicional. Este tipo de soporte está siendo utilizado para su uso en bases de datos descriptivas, como es el caso del manual sobre alimentos tropicales "Tropical Feeds" (Bo Göhl, 1992).

Aunque existe una "Red Internacional de Centros de Información de Alimentos" (INFIC), creada en Roma, en 1971, bajo los auspicios de la FAO, que trabaja en la homogeneización de criterios para permitir el trasvase de información entre las distintas bases de datos, aún no existe un sistema de codificación universalmente aceptado, aunque la mayoría sigue criterios similares a los recogidos en la propuesta de Harris (1962). Una sección europea de dicha red (ENFIC) trabaja actualmente en la búsqueda de este tipo de definición.

Los datos sobre el efecto de las condiciones de almacenamiento de las muestras son escasos, si dejamos aparte los que se refieren al efecto de los sistemas de

conservación de forrajes (henificado, deshidratación artificial , ensilado...) o los generados por los Bancos de Germoplasma, cuyo objetivo es la conservación de la capacidad germinativa de los materiales allí almacenados.(Roberts, 1991). Oller y col. (1985) estudian el efecto del almacenamiento prolongado de los alimentos, pero lo hacen en base a la respuesta de animales experimentales, ante la falta de información previa sobre los cambios asociados con la composición química.

En relación con éste tipo de cambios, Minson (comunicación personal) señala que no aprecia un deterioro de muestras de forrajes desecados, molidas y mantenidas en botes cerrados herméticamente, en una habitación entre 15-25°C, durante 20 años (Sin embargo, perdió una colección conservada durante 30 años por ataque de gorgojos). A su vez, en el Banco del C.I.R.A.D. (Guerin, comunicación personal) tampoco parecen haber observado modificaciones importantes en los parámetros químicos, si bien no han hecho controles específicos.

Sin estar directamente relacionado con el efecto del almacenamiento, pero si con la utilización de muestras procedentes de distintos orígenes, interesa saber hasta que punto la forma de manipulación previa, afectaría a los resultados analíticos. En este sentido, Scehovic (1993), utilizando cuatro especies botánicas diferentes, compara el efecto de cinco sistemas de manipulación:

- Liofilizado
- Secado a 55°C (24 h.)
- Secado a 26°C con luz (12 h.) y a 16°C sin luz (12 h.)
- Congelación + Liofilización
- Congelación + Secado a 55°C

El efecto sobre distintos parámetros químicos resultó significativo en todos los casos y, lo que es más importante, dicho efecto variaba en función de la especie botánica, aunque su influencia era escasa en relación con el estado vegetativo de la planta. Ello introduce una componente importante, que habrá que tener en cuenta a la hora de trabajar con muestras procedentes de distintos laboratorios y obliga a introducir también las rutinas de tratamiento previo a los análisis en las cadenas de homogeneización interlaboratorios que deben ser implantadas también

3.3. Funcionamiento

De la información anterior puede deducirse que no existe actualmente suficiente precisión sobre las condiciones de manipulación y de conservación de las muestras, como para establecer de manera fija los tratamientos a realizar a cada una de ellas. Ello nos lleva a plantear inicialmente unas condiciones de tratamiento para los diferentes tipos de muestras que cubran unos mínimos de seguridad, de forma que éstas puedan ser modificadas a medida que se vaya generando la información que permita fijarlas de forma más definitiva.

3.3.1 Condiciones de conservación

a) Desecación

En la mayoría de los casos, las muestras, previamente a su valoración, son desecadas. Dicha desecación debería homogeneizarse sobre la base del uso de estufas de aire forzado, de uso generalizado, procurando no superar las temperaturas que puedan dar lugar a la producción de reacciones de Maillard (alrededor de 60°C, según Van Soest, 1982).

En el caso de muestras húmedas valoradas "in vivo", la desecación que precede al análisis químico en el laboratorio modifica de forma muy importante sus características, como acabamos de comentar (Scehovic, 1993). Estas muestras pueden ser analizadas en el NIR en su forma natural, de forma que, caso de que se quisiera conservarlas habría que prever los mecanismos más adecuados. En principio y si nos atenemos a la información obtenida por el citado Scehovic, todos los procesos posibles (secado normal, liofilización o congelación) modifican los parámetros químicos y lo más normal es que modifiquen también el espectro NIR, por lo tanto, sería imposible su conservación en condiciones absolutamente estables. La única solución a este problema sería comprobar que la desecación al vacío, la congelación y/o la liofilización no modifican el valor obtenido "in vivo", de modo que sea posible el seguir correlacionando los valores químicos o el espectro NIR obtenidos tras estos tratamientos, con el mismo valor nutritivo obtenido con la muestra original. En todo caso, siendo estos los métodos menos alteradores, su uso resulta obligado para éste tipo de alimentos.

b) Envasado

b.1) Forma física

Las muestras serán envasadas preferentemente en su forma física original, salvo los forrajes, que serán picados previamente para aumentar su densidad. Con ello se facilita su conservación (ej.: Evitar el enranciamiento de las grasas de los granos en caso de molienda), a la vez que se mantiene una estructura susceptible de ser modificada diferencialmente en función de la técnica que vaya a ser empleada en su utilización (ej.: grano entero o molido ciclónico para el NIR; molido de 1 mm de diámetro en análisis vía húmeda; otros especiales para análisis de digestibilidad "in sacco", producción de biogás....).

b.2) Tipo de envase

En principio y considerando su facilidad de realización y bajo coste, todas las muestras serán envasadas en bolsas de plástico al vacío. Para preservarlas de la luz se pondrán previamente en bolsas de color negro, si, como es normal, los envases de vacío son transparentes.

Las muestras de alimentos concentrados, sobre todo si van a ser conservadas a temperatura ambiente, se introducirán alternativa o conjuntamente en botes de vidrio con

tapa metalizada de cierre hermético, para prevenir que determinados insectos puedan horadar la bolsa de plástico, deshacer el vacío y acceder a la muestra.

c) Temperatura de conservación

Las muestras de mayor valor, por estar valoradas "in vivo" (digestibilidad, degradabilidad...) o con técnicas poco usuales y costosas (vitaminas, factores antinutritivos...) o aquellas que sean más inestables (grasas...) serán conservadas a las menores temperaturas. Por el contrario, aquellas que están valoradas a nivel químico con técnicas tradicionales sencillas, se mantendrán a temperatura ambiente.

Las temperaturas precisas de conservación serán: -20°C, 4°C y temperatura ambiente.

3.3.2 Banco de Datos

La información que acompaña a cada muestra se archivará en un Banco de Datos. Dicha información comprenderá tres apartados:

- a) Identificación de la muestra.
- b) Metodología de valoración.
- c) Datos de valoración de la muestra.

En el primer apartado se incluirán todos los datos que puedan servir para establecer agrupaciones de valores que respondan a alguna característica en común. A la espera de que se defina un código de clasificación de carácter internacional o, al menos, europeo, se utilizará un código propio basado en la propuesta realizada por Harris (1962). Su estructura diferenciará los alimentos concentrados (energéticos y protéicos, de origen vegetal, animal, o de cultivos unicelulares) y los alimentos de volumen (pastos, cultivos y subproductos agrícolas, ganaderos e industriales), con apartados específicos para piensos compuestos y diferentes categorías de aditivos. Esta diferenciación irá seguida de la identificación de características tales como: Especie y variedad botánica, lugar de procedencia, condiciones de producción, parte de la planta, tratamientos sufridos, estado de madurez, número de corte, calificación del producto,...

En el apartado de Metodología se incluirán todos los detalles que permitan identificar las condiciones de envío de muestra al laboratorio, tratamiento previo al análisis y datos de la metodología y el material utilizados en cada uno de los análisis realizados.

Finalmente, en los datos de valoración de la muestra se intentará incluir también las salidas directas de reflectancia y/o transmisión obtenida en la lectura de los aparatos NIR, de forma que sirvan como librerías de espectros NIR.

3.3.3 Relaciones con el banco

Dentro del Servicio Centralizado de conservación de muestras biológicas, el "Banco de Alimentos Valorados" pertenece a la Universidad de Córdoba. Como tal Servicio nace con la vocación de colaborar, tanto con los usuarios que necesiten utilizar

muestras valoradas, como con aquellos que, dedicados a la valoración de alimentos, necesiten (por falta de medios adecuados) o crean conveniente utilizar las facilidades existentes en el mismo, para asegurar una mejor conservación de las muestras que hayan valorado. A la vez, podrán incorporar a su información los valores del espectro NIR de sus muestras, obtenido en el también Servicio Centralizado de "Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIR)" de la Universidad de Córdoba.

En la medida en la que el sistema de archivo informatizado de los datos es aún poco usual es muchos de los laboratorios nacionales, y como se pretende que las bases de datos que se utilicen en los distintos laboratorios puedan ser intercambiables, el sistema informático que se cree (en DBASE IV) podrá estar disponible para otros laboratorios que lo soliciten. A la vez, y dentro de este objetivo de intercambiabilidad, se solicita información sobre el lenguaje de programación y la estructura de la base de datos de aquellos laboratorios que ya utilizan éste sistema de archivo de la información. (Dirigirse a los autores del artículo).

Se pretende con ello crear una red de información sobre la disponibilidad y las características de las muestras valoradas existentes en distintos laboratorios, abierta a escala nacional e internacional, y con especial interés en los del área Hispanoamericana.

BIBLIOGRAFÍA

- Argamentería, A., Muñoz, F., Andueza, D. (1993) Control de resultados analíticos interlaboratorios. En Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal IV. Gómez Cabrera, A. y de Pedro, E., ed., Junta de Andalucía. pp 173'180.
- Bo Göhl (1992) Tropical Feeds. FAO. Roma.
- Harris, L.E. (1963) Symposium on feeds and meats terminology: III. A system for naming and describing feeds, energy terminology, and the use of such information in calculating diets. *J. Anim. Sci.*, 22: 535-547.
- Oller, W.L., Greenman, D.L., Suber, R. (1985) Quality changes in animal feed resulting from extended storage. *Laboratory Animal Science*, 35 (6): 646-650.
- Roberts, E.H. (1991) Genetic conservation in seed banks. *Biological J. Linnean Soc.*, 43: 23-29.
- Scehovic, J. (1993) Effet du mode de preparation des vegetaux pour l'analyse sur leur composition chimique. *Arch. Zootech.*, 42 (156): 41-52.
- Tran, G. (1993) IO. El Banco de Datos de alimentación animal de la Asociación Francesa de Zootecnia. En Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal IV. Gómez Cabrera, A. y de Pedro, E., ed., Junta de Andalucía. pp 246'255.

- Van Es, A.J.H., Van der Meer, J.M. (1980) Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds from farm animals. Lelystad. Holland. Institute for Livestock Feeding and Nutrition Research (IVVO).
- Van Soest, P.J. (1982) Nutritional ecology of the ruminant. O & B Books, Inc., Corvallis (Oregon). p.114.

P o n e n c i a XXIV
DENOMINACION, CLASIFICACION Y ETIQUETADO
DE MATERIAS PRIMAS Y PIENSOS COMPUESTOS
EN LA C.E.

J. PÉREZ-LANZAC (*)

Comisión de la Comunidad Europea
Dirección General VI. Agricultura, Unidad BII.1.
Legislación Fitosanitaria y de Alimentación
Animal.

(*) Documento de Trabajo. No representa necesariamente el punto de vista de los Servicios de la Comisión.

DENOMINACIÓN, CLASIFICACION Y ETIQUETADO
DE MATERIAS PRIMAS Y PIENSOS COMPUESTOS EN LA CE

J. Pérez-Lanzac

Comisión de la Comunidad Europea.

Dirección general VI. Agricultura, Unidad BII.1

Legislación Fitosanitaria y de Alimentación Animal

INTRODUCCION

Los organizadores me han pedido que informe a esta selecta audiencia sobre normas comunitarias para la clasificación, denominación y etiquetado de materias primas y piensos compuestos, con el objeto de aumentar la transparencia y fomentar la cooperación de centros académicos y de investigación con las autoridades nacionales y comunitarias.

Con este objeto, será de interés hacer una descripción breve del desarrollo de la legislación COMUNITARIA de piensos antes de entrar en los detalles pedidos. También convendrá presentar al final algunos retos de naturaleza científica, para lograr una aplicación correcta de la legislación.

LA LEGISLACION COMUNITARIA REFERENTE A PIENSOS

La producción de piensos para animales en la Comunidad Europea (CE) se cifra alrededor de 160 MIOT de los cuales los piensos compuestos industriales son 100 y los 60 restantes son subproductos agrícolas y ciertas cosechas o "piensos simples" utilizados directamente en la explotación agrícola. De las cifras anteriores, es obvio que haya un comercio activo en piensos para animales y materias primas y que la armonización de la legislación en piensos sea requisito para la realización del mercado único.

La circulación de piensos y materias primas para alimentación animal es competencia del artículo 43 del tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea. Toda modificación o nueva legislación se desarrolla por medio de discusión intensa en comités especializados (de Expertos en Aditivos, en Piensos Simples y Compuestos, Comité Científico para la Nutrición Animal, expertos en Métodos de Análisis etc.) hasta que una propuesta de la Comisión se somete a consulta final ante el Comité Permanente de la Alimentación Animal. La propuesta debe seguir otras consultas al Parlamento Europeo y, en la mayoría de los casos, al Comité Económico y Social.

Desde el principio, la CE ha compartido dos objetivos principales: Garantizar la seguridad de uso para el consumidor humano, los animales y el medio ambiente, y asegurar la calidad e integridad de los piensos y la información que requiere un buen funcionamiento del mercado interior. Con estos objetivos en 1970 el Consejo instituyó dos directivas:

DENOMINACIÓN, CLASIFICACION Y ETIQUETADO DE MATERIAS

- Directiva del Consejo 70/373/CEE¹ relativa a la introducción de métodos para la toma de muestras y de métodos de análisis comunitarios para el control oficial de la alimentación animal, y
- Directiva del Consejo 70/524/CEE² sobre los aditivos en la alimentación animal, fijando una lista "positiva" de aditivos que pueden utilizarse en los piensos.

Además de los componentes naturales (nutrientes) y aditivos, cualquier alimento pueden cotener algunas sustancias que no son deseables con el fin de la nutrición animal o "sustancias indeseables" de origen natural o el resultado de contaminación. Para regular este área, en 1974 el Consejo establece la Directiva del Consejo 74/63/CEE³ relativa a la fijación de contenidos máximos para las sustancias y productos indeseables en la alimentación animal, como aflatoxinas, gosispol, pesticidas, niveles tóxicos de elementos (flúor, arsénico, metales pesados) etc.

Las 3 directivas reseñadas implican ya ciertas exigencias de etiquetado, como son los casos de la presencia de cualquier aditivo y la circulación de materias primas conteniendo niveles de sustancias indeseables superiores. Los Estados miembros podían elegir la forma de cumplir con esta legislación.

DENOMINACION Y ETIQUETADO DE LOS ALIMENTOS PARA EL GANADO

Con el apoyo de la legislación precedente, la continuación lógica fue asegurar que estas directivas se pusieran en práctica en el comercio, lo que se lleva a cabo por 3 directivas que regulan el etiquetado y control:

- Directiva del Consejo 77/101/CEE⁴ relativa a la comercialización de los piensos simples.
- Directiva del Consejo 79/373/CEE⁵ relativa a la comercialización de los piensos compuestos (que incluye otras definiciones como las de piensos completos y complementarios, e introduce en los anexos las exigencias de etiquetado), y
- Directiva del Consejo 82/471/CEE⁶ relativa a determinados productos utilizados en la alimentación animal, que cubre las reglas de uso para fuentes de nitrógeno no proteico (NPN), aminoácidos sintéticos y proteína de origen microbiano (bioproteínas).

¹DO N. L170 (3.8.70)p.2.

²DO N. L270(14.12.70)p.1.

³DO N. L38 (11.2.74) p.31

⁴DO NO L32 (3.2.77) p.1

⁵DO N. L86 (6.4.79) p.30 y DO N. L27 (31.1.90) p.35

⁶DO NO L213 (21.7.82) p.8

Para evitar equívocos en el cumplimiento de la legislación, fue preciso desarrollar definiciones y normas para una interpretación amonizada de las directivas 77/101/CEE (directiva de los piensos simples) y 82/471/CEE (directiva de los piensos compuestos), por medio de

- Directiva de la Comisión 82/475/CEE⁷ por la que se fijan las categorías de ingredientes utilizables en el etiquetado de los piensos compuestos para animales domésticos.
- Directiva de la Comisión 91/357/CEE⁸ por la que se fijan las categorías de ingredientes utilizables en el etiquetado de los piensos compuestos destinados a los animales que no sean los de compañía.
- Decisión de la Comisión 91/516/CEE⁹ por la que se establece la lista de los ingredientes que se prohíbe utilizar en los piensos compuestos.

En cuanto a las declaraciones de ingredientes en piensos compuestos, la directiva del Consejo 90/44/CEE¹⁰ que modifica a la 79/373/CEE y establece en el artículo 5 (IV) las normas de etiquetado. En cumplimiento de esta legislación, una propuesta de la Comisión se convirtió en

- Directiva de la Comisión 92/87/CEE¹¹ por la que se establece una lista no exclusiva de los principales ingredientes normalmente utilizados y comercializados para la preparación de piensos compuestos destinados a animales distintos de los animales domésticos.

Esta legislación, al desarrollarse con dos orígenes distintos (los piensos simples y compuestos) crea cierta confusión en Estados miembros que nunca hicieron esta distinción, ya que la Directiva 77/101/CEE modificada por la Directiva del Consejo 90/654/CEE permite en ciertos casos establecer normas derogatorias, que han llevado a una situación en la que en determinados Estados miembros, la directiva 77/101/CEE regula la comercialización de piensos simples exclusivamente, mientras que en otros Estados miembros regula la comercialización de piensos simples y de materias primas para elaboración de piensos compuestos.

A causa de estas discrepancias y habida cuenta del funcionamiento efectivo del mercado único, los Estados miembros han solicitado a la Comisión la elaboración de una propuesta para reemplazar a directiva del Consejo 77/101/CEE por una nueva norma más completa.

⁷DO N. L213 (21.7.82) p.27

⁸DO N. L193 (17.7.91) p.34

⁹DO N. L281 (9.10.91) p.23

¹⁰DO N. L27 (31.1.90) p.35

¹¹DO N. L319 (4.11.92) p.19

PRINCIPIOS PRELIMINARES QUE CONSIDERA LA PROPUESTA

Los piensos simples y las materias primas son en tal grado similares que para asegurar una integración consistente, la propuesta prevee la necesidad de incluir ambas categorías en una sola de "productos forrajeros".

Para incrementar la transparencia, también se incluirán normas sobre circulación. Muchos productos pueden tener o no un destino humano, por lo tanto hay que aclarar el destino por una exigencia de etiquetado en el momento en que entran en circulación. En cuanto a los que van para uso animal, se sabe que los buenos resultados dependen en gran parte del correcto uso de productos forrajeros adecuados al tipo de producción, como a su calidad, por tanto han de ser sanos, no adulterados y de calidad comercial, no deben presentar peligro para la salud animal o humana, ni inducir a engaño. Para cumplir con lo anterior, es preciso suministrar al usuario, en especial al final de la cadena de alimentación, toda información adicional necesaria de la forma más exacta y significativa posible, como es el contenido en componentes que tienen un efecto directo sobre la calidad final, tal como humedad, proteína bruta, fibra bruta, grasa bruta, ceniza insoluble en clorhidrico etc.

Está claro que la declaración de ingredientes para el etiquetado, se restringirá a un mínimo dependiendo de la naturaleza de los ingredientes y del uso probable del producto forrajero en cuestión, por lo tanto las declaraciones variarán de un producto a otro, y según sea la especie animal de destino. Esto no debe ser una carga grande para el comercio, pues de hecho la mayor parte de los contratos fijan niveles mínimos de algunos componentes (tales como proteína, grasa, almidón etc.) así como el contenido máximo de otros, sean sustancias indeseables reguladas por la Directiva del Consejo 74/63/CEE¹², o sean componentes inocuos como la fibra bruta o la ceniza insoluble. Las sustancias indeseables deberían etiquetarse también en circunstancias excepcionales (véase abajo).

El etiquetado analítico, exige reglas comunes y debe abordar el problema de las tolerancias en las declaraciones; un instrumento legal de utilidad para abordar este problemas es la directiva del Consejo 70/373/CEE¹³ sobre la introducción de métodos comunitarios de análisis y de muestreo para el control oficial de piensos para animales. Esta directiva ha originado unos 60 métodos de análisis para componentes naturales, sustancias indeseables, así como aditivos, y provee el comercio de los métodos inequívocos en caso de conflicto. La mayoría de los métodos han sido tomado por ISO¹⁴, y forman parte de los contratos del GAFTA¹⁵.

¹²DO NºL 038 11.02.74 p.31

¹³DO Nº L170 3.8.70 p.2.

¹⁴International Standardization Organization

¹⁵ Grain and Feed Traders Organization

Un etiquetado analítico podría no ser estrictamente necesario en caso de entregas contractuales a fabricantes de piensos registrados, los cuales son responsables del etiquetado analítico establecido por la directiva del Consejo 79/373/CEE. Es probable que la nueva propuesta deje esto claro por medio de una disposición específica.

Cuando los resultados del análisis tarden un poco, y para evitar bloqueos innecesarios en puertos y nudos terrestres o ferroviarios, debe darse la posibilidad de proporcionar la confirmación final de los datos declarados provisionalmente en el plazo de tres días cuando no se disponga de datos analíticos definitivos.

DENOMINACION ESPECIFICA DE PRODUCTOS FORRAJEROS

Los productos forrajeros pueden diferir en la calidad sanitaria y nutritiva, por lo que hay que hacer una distinción clara entre ellos, exigiendo, cuando entran en circulación, un etiquetado que indique los nombres específicos. Por consideraciones prácticas y para asegurar la consistencia y la eficiencia legal, se debe establecer una lista de productos forrajeros principales, similar a otras ya adoptadas en áreas comparables, como por ejemplo en la nomenclatura combinada de comercio, o listas de derechos de obtención de nuevas variedades.

La lista prevista no puede ni debe ser exhaustiva. En efecto, hay una diversidad grande de productos y subproductos que pueden circular y ser utilizados con eficacia, además de los que pueden aparecer como consecuencia del desarrollo constante de la tecnología alimenticia y que se ajustarán con dificultad a las definiciones hechas ya, o que requerirán nuevas denominaciones y definiciones por ser "nuevos productos forrajeros". Por esta causa, así como por la necesidad de no restringir las opciones de los fabricantes y ganaderos, se permitirá la circulación de otros productos forrajeros con excepción de aquéllos incluidos en la lista de la Decisión 91/516/CEE¹⁶ previamente mencionada, con tal de que se designen con nombres específicos que eviten cualquier confusión con otros productos forrajeros similares para los que exista ya un nombre.

Los productos forrajeros que superen los máximos autorizados de sustancias y productos indeseables para piensos simples (anexo I de la directiva del Consejo 74/63/CEE) deberán entregarse solamente a fabricantes de piensos compuestos registrados, que cuenten con el equipo adecuado de tratamiento para su transformación posterior. Esto debe aclararse por un etiquetado de destino.

La adopción eventual por el Consejo de esta propuesta, llevará a la eliminación de los términos como "piensos simples", "materias primas (ingredientes)", "materias primas" e "ingredientes". Hay que reemplazar estos términos en la legislación comunitaria de alimentación por el término "producto forrajero", por una nueva definición que incluirá probablemente diversos productos de origen vegetal o animal, en su estado natural,

¹⁶DO N. L281 (9.10.91) p.23

fresco o conservados, y los productos derivados de su transformación industrial, así como las sustancias orgánicas e inorgánicas con o sin aditivos, que están destinados a la alimentación directa de los animales por vía oral, transformados o sin transformar, y a la preparación de piensos compuestos o como vehículos de premezclas.

Es probable que las "mezclas de productos forrajeros", con excepción de aquéllos que se indiquen explícitamente, será considerada como "piensos compuestos semimanufacturados", así la directiva del Consejo 79/373/CEE debe modificarse. Finalmente, se autorizaría la entrega de productos forrajeros que contengan productos o sustancias indeseables (anexo I de la directiva del Consejo 74/63/CEE) exclusivamente a fabricantes registrados de piensos compuestos, que cuenten con las instalaciones adecuadas para responsabilizarse del etiquetado final dentro de los máximos autorizados por la Directiva del Consejo 74/63/CEE¹⁷ relativa a la fijación de contenidos máximos para las sustancias y productos indeseables en la alimentación animal.

AREAS QUE REQUIEREN INVESTIGACION

La contribución del mundo científico a esta legislación es importante, pues la lista no debe ser inmutable mientras que los eventuales cambios a efectuar constituyen una cuestión de naturaleza científica. Para evitar ambigüedades, a la vez que se persigue la compatibilidad internacional en el intercambio de datos sobre productos forrajeros, se debería confiar a la Comisión la tarea de adoptar modalidades de aplicación, cuando sea necesario, con objeto de introducir un sistema de codificación internacional en el que sea fácil obtener información sobre productos forrajeros, y que esté basado en glosarios relativos a las características que tienen importancia en el valor nutritivo, como parte de la planta o anatomía animal, proceso al que se ha sometido, madurez botánica o fisiológica, calidad.

De lo anterior se deduce que el procedimiento para la puesta al día de la lista requiere la colaboración estrecha entre los Estados miembros y la Comisión en el seno del Comité Permanente de la Alimentación Animal, y que para elaborar propuestas, (antes del examen por el Comité Permanente) será necesaria la ayuda de Centros de Investigación e instituciones especializadas. En el mismo orden de ideas será importante asegurar que la exactitud de las declaraciones se pueda verificar oficialmente de manera uniforme en la Comunidad y en todas las etapas de la circulación de los productos forrajeros, lo que no excluye la introducción de nuevos métodos de análisis en la legislación.

Mediante la adopción de un código numérico, que pueda relacionarse con un sistema internacional, se logrará incrementar la transparencia, pero es también verdad que mantener la lista "viva" en número de productos listados, definiciones y

¹⁷DO. N. L 38 (11.02.74) p.31

declaraciones mínimas de componentes, es tarea en la que el legislador precisa la cooperación de los científicos, que puede resumirse en los apartados siguientes.

1.- Para incluir en la lista un nuevo producto derivado de un nuevo tratamiento tecnológico de una cosecha ya conocida o de los subproductos derivados, es precisa una definición y especificación de sus componentes analíticos mínimos, lo que requiere previamente una investigación nutritiva.

2.- La introducción del análisis NIR indudablemente acelerará el comercio, pero el análisis NIR no es posible sin la creación de "patrones certificados de referencia" producidos en laboratorios nacionales seleccionados, con instalaciones adecuadas para almacenarlos y asegurar su distribución, y capaz de generar el apoyo informático para calibrados correctos de otros analizadores NIR. Con este fin, la contribución de la institución que nos acoge en esta reunión es apreciada altamente por la Comisión, y constituye un excelente ejemplo de "investigación aplicada" en apoyo del legislador y buen desarrollo del comercio.

3.- La divulgación de información científica en términos compatibles con la lista, es muy importante, pues el uso de determinados productos complementarios de los producidos localmente revestirá interés, siempre que esta información se acompañe por una correcta identificación del producto cuestionado. Por tanto, las investigaciones en alimentación animal deberían citar en el futuro el código armonizado de referencia, lo que también debe permitir acumular resultados reales. Si bien esto último no es una tarea de la legislación, pero sin duda ayudara a establecer su base científica.

4.- Otro desafío próximo es la necesidad de etiquetar componentes de difícil valoración, tal como el valor energético. Un buen ejemplo para esto es la muy criticada Directiva 86/174/CEE¹⁸ de la Comisión de 9 de abril de 1986, por la que se fija el método de cálculo del valor energético de los piensos compuestos destinados a las aves de corral, que si bien ha originado mucha investigación para demostrar los casos en que deben cambiarse los procedimientos analíticos o los parámetros del cálculo, aun no existe una propuesta consensuada de como abordar las particularidades que el método encierra, como modificar los métodos analíticos. Sin embargo, gracias a estas contribuciones académicas, se podrá mejorar en un futuro próximo. De vez en cuando se plantea la necesidad de etiquetar el contenido en energía de los piensos para cerdos, tema que a este administrador le parece a priori, que encierra notables dificultades. ¿Hay propuestas en la sala para este desafío inmediato?

5.- Para finalizar, otro área donde es necesaria la cooperación es en la necesidad de poner al día los métodos analíticos oficiales para sostener una diferenciación clara entre productos y aumentar la transparencia. Por ejemplo, la leche en polvo se desnaturaliza actualmente por la adición de 2% de almidón, que el método polarimétrico de la actual

¹⁸DO N. L130 (16.5.86) p.53

directiva 72/199/CEE¹⁹ de la Comisión parece no detectar con sensibilidad suficiente. Otro problema similar que se planteará a corto plazo es la adición de enzimas (aditivos en el espíritu de la directiva 70/524/CEE) a los productos forrajeros, que dará lugar a problemas de etiquetado, no solo por la adición del enzima (que debe figurar en el proceso si ya no está presente, o en la composición de productos si aún lo está) sino por las mejoras en el valor del alimento que deberán ser justificadas por un método de análisis, si es que se desean etiquetar.

Para terminar quiero agradecer a los organizadores por invitar a la Comisión, y a la audiencia por su gentileza en escucharme. Espero que tengan una visión general de la situación actual, su evolución y los retos futuros derivados de la necesidad de ser mas claros y transparentes en la definición, clasificación y etiquetado de los productos forrajeros (piensos simples, materias primas y piensos compuestos). De no haberse logrado este objetivo, les ruego que se dirijan a los servicios de la Comisión que represento, en la seguridad de que serán informados para clarificar sus dudas y asegurar la transparencia y la coherencia en el procedimiento de toma de decisión.

¹⁹DO N. L123 (29.5.72) p.6

INDICE CRONOLÓGICO DE LEGISLACIÓN CITADA.

- 70/373/CEE¹: Directiva del Consejo, de 20 de julio de 1970, relativa a la introducción de métodos para la toma de muestras y de métodos de análisis comunitarios para el control oficial de la alimentación animal.
- 70/524/CEE²: Directiva del Consejo, de 23 de noviembre de 1970, sobre los aditivos en la alimentación animal
- 72/199/CEE³: Tercera Directiva de la Comisión, de 27 de abril de 1972, por la que se determinan métodos de análisis comunitario para el control oficial de los piensos para animales.
- 74/101/CEE⁴: Directiva del Consejo, de 17 de diciembre de 1973, relativa a la fijación de contenidos máximos para las sustancias y productos indeseables en la alimentación animal
- 77/101/CEE⁵: Directiva del Consejo, de 23 de noviembre de 1976, relativa a la comercialización de los piensos simples
- 79/373/CEE⁶: Directiva del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la comercialización de los piensos compuestos
- 82/471/CEE⁷: Directiva del Consejo, de 30 de junio de 1982, relativa a determinados productos utilizados en la alimentación animal
- 82/475/CEE⁸: Directiva de la Comisión, de 23 de junio de 1982, por la que se fijan las categorías de ingredientes que pueden utilizarse para el etiquetado de los piensos compuestos para animales domésticos.
- 86/174/CEE⁹: Directiva de la Comisión de 9 de abril de 1986, por la que fija el método de cálculo del valor energético de los piensos compuestos destinados a las aves de corral.
- 90/44/CEE¹⁰: Directiva del Consejo de 22 de enero de 1990, por la que se modifica la Directiva 79/373/CEE relativa a la comercialización de los piensos compuestos.
- 91/357/CEE¹¹: Directiva de la Comisión de 13 de Junio de 1991, por la que se fijan las categorías de ingredientes utilizables en el etiquetado de los piensos compuestos destinados a los animales que no sean los de compañía.

¹DO Nº. L170 (3.8.70)p.2.

²DO Nº. L270(14.12.70)p.1.

³DO Nº L123 (29.5.72) p.6.

⁴DO Nº 038 (11.02.74).p.31.

⁵DO Nº L32 (3.2.77) p.1.

⁶DO Nº. L86 (6.04.79) p.30 y DO N. L27 (31.1.90) p.35.

⁷DO Nº L213 (21.7.82) p.8.

⁸DO Nº L213 (21.7.82) p.27.

⁹DO Nº L130(16.5.86) p.53

¹⁰DO Nº L127 (31.1.90) p.35.

¹¹DO Nº L193 (17.7.91) p.34

DENOMINACIÓN, CLASIFICACION Y ETIQUETADO DE MATERIAS

91/516/CEE¹²: Decisión de la Comisión de 9 de septiembre de 1991, por la que se establece la lista de los ingredientes que se prohíbe utilizar en los piensos compuestos

92(87/CEWE)¹³: Directiva de la Comisión, de 26 de octubre de 1992, por la que se establece una lista no exclusiva de los principales ingredientes normalmente utilizados y comercializados para la preparación de piensos compuestos destinados a animales distintos de los animales domésticos.

¹²DO Nº L281 (9.10.91) p.23

¹³DO Nº L319 (4.11.92) p19

Coloquio
BANCO DE DATOS.
BANCO DE ALIMENTOS. LEGISLACION.

BANCO DE DATOS. BANCO DE ALIMENTOS. LEGISLACIÓN.

Utilización de datos con distintos orígenes

Se plantea la validez de datos cuya homogeneidad puede ser escasa y si para su uso se corrigen en función del laboratorio de procedencia, en el Banco de Datos francés.

Los datos se guardan en el fichero asociados a la información que permite interpretarlos: fecha, laboratorio de procedencia, origen de la muestra, métodos de análisis... Ello permite utilizarlos de forma selectiva, comparar métodos, orígenes, laboratorios... Cuanta más información se guarde, más rica de matices y de interpretaciones podrá ser. Por descontado, se pueden obtener medias, que pueden ser totales o selectivas.

Codificación de los alimentos en el Banco francés.

Se han seguido de cerca los trabajos de codificación del INFIC, pero a la muerte de Harris en el 89 se ha producido un parón. Quieren relanzar el Banco americano ahora, pero no estará hasta el 94.

La nomenclatura INFIC no abarca la diversidad de alimentos que recoge este Banco. Al menos un tercio no está recogido. El Banco francés incluye productos comerciales y a la hora de establecer una nomenclatura se utilizan los nombres que les dan sus socios. Por ejemplo, hay una empresa que vende un producto que se llama PX, que es una harina de proteína de alfalfa. Ese producto no existe en el código INFIC como tal, puede haber proteínas de alfalfa, pero no ese producto concreto. Incluyen muchos productos que solo existen en la nomenclatura de sus socios.

Se cree en la sistemática de codificación INFIC y se utiliza. La Asociación Francesa de Zootecnia es socio del INFIC, pero parece que éste necesita agilizarse.

Elaboración de una lista europea.

La Comunidad está tratando de elaborar una lista que sirva de carta de presentación de los productos en todos los países. Ese producto PX, si está en la lista, estar definido, se sabrá lo que es y será muy fácil venderlo en otros países. Pero su definición no la hará la empresa, tiene que ser un centro de investigación quien la haga.

Se ha discutido mucho el tema de un Banco de Datos europeo y parece necesario hacer una nomenclatura (código) internacional, pero la creación tiene que ser muy dinámica. Como ejemplo, cabe destacar que en cualquier supermercado americano hay 1200 productos a base de maíz, y para cada uno de estos productos existen subproductos que son diferentes. Si hubiera que diferenciarlos en un Banco, cada uno debería tener un código diferente, y eso solo como productos del maíz.

Papel de los representantes en Comités internacionales.

Se aprecia una importante desconexión y aislamiento a nivel de los representantes españoles que acuden a este tipo de Comités, con el resto del sector, quizás por falta de asistencia y apoyo por parte del Ministerio de Agricultura, a quien representa.

Dada la variedad de temas que se abordan, el representante necesita del asesoramiento del resto de las personas y de las entidades afectadas, y éstas la información que el representante pueda transmitirles. Faltan canales de comunicación.

Temas de interés a la hora de presentar proyectos.

Se ha hablado de necesidad de controles portuarios, trabajo en línea, claridad en la información, versatilidad en las técnicas, que valga lo mismo para estimar fibra, que EM en aves... Actualmente la reflectancia en el infrarrojo (NIR) responde a estas necesidades. Se intenta, una vez más, presentar un proyecto aprovechando la gran interconexión entre centros y empresas que utilizan esta técnicas, pero parece que no hay líneas prioritarias en las que se enmarque, que habría que incluirla en algo así como "Teoría de la información". Se le plantea al representante de la comunidad cómo ve el tema.

Este señala su necesidad de trabajos aplicados. Una Directiva aplicada tiene que implicar tonelaje, comercio, barreras comerciales...

El Bureau Comunitario de Referencia (BCR) le solicita sus prioridades y lo que hace es decir: "La Directiva X señala que hay que crear una lista no excluyente de materias... El Consejo nos ha pedido que la lista se elabore... Tenemos necesidad de facilitar un análisis rápido... Es por tanto necesario que existan unos análisis rápidos contrastados y para eso habría que fomentar cinco laboratorios de referencia..."

Se dice eso, y si alguien presenta un proyecto en la misma línea, lo más probable es que no lo den.

Algunas prioridades actuales serían:

Análisis rápido ("on line") para aflatoxinas y metales pesados (Cr, Cd, Hg y Pb).

Hoy día la filosofía que hay en todo el tema de controles la de Análisis de Riesgos y Puntos de Control Crítico. Es decir, no hay que analizar exhaustivamente todo, hay que tener unos indicadores previos. Si suena la alarma, entonces se hace el análisis. Serán los estados miembros los que lo tengan que organizar, pero hoy día no hay tecnología disponible para hacerlo.

Detección de mezclas.

Hay soja que lleva colza, gluten feed con otras cosas, almidones de patata con mandioca...¿Es posible disponer de muestras patrón certificadas con distintos tipos de mezclas y que el NIR las detecte.?

A nivel de métodos de referencia para garantizar transparencia, el responsable es el BCR. Hay que llamar por teléfono o ir por allí y pedir orientaciones, porque a ellos también les interesa que se presenten buenos proyectos para atender las prioridades que se definen.

Actuaciones futuras de la comisión.

Se trabaja para orientar los controles de calidad en las industrias de piensos, siguiendo las líneas ISO 9000 sobre garantías de calidad.

La directiva será muy simple: "Artículo 1' : Los Estados miembros velarán para que exista un control de calidad en los piensos que asegure que no haya salmonelas, que no haya errores en mezclas de antibióticos, evitar la presencia de ionóforos en piensos de équidos y de antibióticos y coccidiostáticos en el pienso de vacas, etc... Artículo 2' : Los Estados miembros comunicarán a la Comisión la manera como han implementado esta norma..."

Así de sencillo, pero primero hay que tener la tecnología y ahí hay mucho que desarrollar.

Incorporación de valores directos NIR en los Bancos de Datos.

Se plantea si el Banco de Datos francés tiene pensado incorporar los valores directos que facilita el NIR, para crear una librería de espectros.

A este respecto se está en un planteamiento previo, en el sentido de almacenar o no valores analíticos obtenidos por tecnología NIR. Se van a comparar resultados de NIR y vía húmeda y decidirse.

Endofitos en plantas.

Se señala que actualmente se está investigando sobre la presencia de microorganismos en algunas plantas, que serían responsables de la mejora en su digestibilidad e incluso ha habido expediciones a España para la recogida de material vegetal con este fin.

Se señala que no existe ninguna demanda de regulación en este sentido.

Regulación sobre enzimas.

Se ha hecho ya una propuesta de regulación al Consejo, que es pública y que se puede pedir al representante español en el Ministerio.

La solicitud de registro debe ir acompañada de resultados de centros de investigación que demuestren que el producto es eficaz. Lo mismo ocurre con los aditivos específicos para ensilados. En todo ello hay una importante fuente de trabajos a realizar, no publicables, pero de gran interés económico para estos centros de investigación y para las industrias del país, que podrán patentar sus productos.

La regulación llevará dentro de poco a la existencia de enzimas cuyo uso estará permitido con carácter general y no solo a nivel nacional, como ocurre actualmente.

Control de b-agonistas y utilización de hormonas naturales.

El tema de control de b-agonistas en sangre y productos animales se lleva en la Comisión B.2.1., sobre "Calidad y Salud. Productos Animales". A nivel de piensos se ha puesto a punto un método inmunoenzimático que detecta hasta 9 b-agonistas. No sirve

aún como elemento legal, pero sí para detectar donde se están cometiendo irregularidades y poder realizar un control más preciso.

En cuanto a la utilización de hormonas naturales, aún no hay acuerdo en el Consejo, de modo que el tema sigue parado.

Puesta en marcha de las iniciativas presentadas.

Se considera necesario transmitir a las autoridades responsables de estos temas y al resto del sector implicado, la necesidad de poner en práctica las iniciativas que se vienen discutiendo en ésta y en otras Reuniones similares.

El INIA debería liderar las actuaciones a realizar, como de hecho ya viene haciendo, a través de las reuniones de expertos, el apoyo prestado a los Ring-Test, o por su responsabilidad en la representación en organismos de carácter internacional, como el INFIC.

No obstante, no es el responsable de todas las actuaciones a desarrollar. Hace falta poner a punto tecnologías analíticas para el control de productos específicos, lo que requiere un apoyo a la investigación, y para eso está la CICYT. Hace falta una puesta al día de los Laboratorios Oficiales de Control, cuya responsabilidad compete al Ministerio y a las Comunidades Autónomas. Hace falta conectar con el sector privado para establecer una estrategia conjunta; la creación de Bancos de Datos que recogan el valor de los alimentos y subproductos disponibles en nuestro país y los integren en los programas de racionamiento; la normalización de metodologías analíticas y de la valoración nutritiva...

Hace falta, en definitiva, contar con las personas en estos organismos y, en especial, en el INIA, que recogan estas iniciativas y lideren este programa de renovación y modernización, creando un sistema de organización que permita mantener una actuación continua en el sector.

Lista de Participantes

LISTA DE PARTICIPANTES

PEDRO ACERO ADAMEZ
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
EDUARDO DATO 11, 4
34005 PALENCIA

CESAR A. ALVAREZ CARRO
COREN S.C.L.
JUAN XXIII 32
32001 ORENSE

JESUS D. ANDUEZA URRRA
S.I.A., D.G.A.
MONTAÑANA 177
50080 ZARAGOZA

TOMAS ARANGUEZ TOLEDANO
COVAP
TRAVESIA DEL MERCADO 1
14400 POZOBLANCO
CORDOBA

ALEJANDRO ARGAMENTERIA
GUTIERREZ
I.E.P.A.
C^o VILLAVICIOSA-OVIEDO S/N
33300 VILLAVICIOSA
ASTURIAS

CLAUDIO BALDMAN
COVAP
TRAVESIA DEL MERCADO 1
14400 POZOBLANCO
CORDOBA

JULIO BOZA LOPEZ
ESTACION EXPERIMENTAL DEL
ZAIDIN
PROF. ALBAREDA 1
18008 GRANADA

GERARDO CAJA LOPEZ
FACULTAD DE VETERINARIA
08193 BELLATERRA
BARCELONA

FRANCISCO CARAVACA
RODRIGUEZ
E.U.I.T.A., CORTIJO DEL
CUARTO
C^o DE UTRERA KM 1
41014 SEVILLA

JOSE M^o CASTEL GENIS
E.U.I.T.A., CORTIJO DEL
CUARTO
C^o DE UTRERA KM 1
41014 SEVILLA

JOSE M. DE ANDRES RAMOS
S.I.A. EXTREMADURA
APARTADO 22
06080 BADAJOZ

CARLOS DE BLAS BEORLEGUI
DPTO. PROD. ANIMAL
E.T.S.I.A.
CIUDAD UNIVERSITARIA
28040 MADRID

MANUEL DE CASTRO JIMENEZ
HIJOS DE ESPUNY S.A.
AVDA. ESTACION 4
41640 OSUNA
SEVILLA

BEGOÑA DE LA ROZA DELGADO
I.E.P.A., CONSEJERIA M. RURAL
PESCA
C^o OVIEDO S/N
33300 VILLAVICIOSA
ASTURIAS

EMILIANO DE PEDRO SANZ
DPTO. PRODUCCION ANIMAL,
E.T.S.I.A.M.
ALAMEDA DEL OBISPO S/N
14080 CORDOBA

MANUEL DELGADO PERTIÑEZ
DPTO. PRODUCCION ANIMAL,
E.T.S.I.A.M.
ALAMEDA DEL OBISPO S/N
14080 CORDOBA

AHMED DJADI
I.T.E.B.O. BABA ALI
B.P. 3
BIRTOUTA. BLIDA
ARGELIA

VALERIANO DOMENECH GARCIA
FACULTAD DE VETERINARIA
AVDA. MEDINA AZAHARA
14004 CORDOBA

EDUARDO ERASO LUCA DE
TENA
C.I.D.A.
ALAMEDA DEL OBISPO S/N
14004 CORDOBA

PILAR FERNANDEZ REBOLLO
DPTO. PRODUCCION ANIMAL,
E.T.S.I.A.M.
ALAMEDA DEL OBISPO S/N
14004 CORDOBA

LISTA DE PARTICIPANTES

M^º JESUS FRAGA FERNANDEZ
E.T.S.I.A.
CIUDAD UNIVERSITARIA
28040 MADRID

ALFONSO FUENTETAJA SANTOS
COPESE S.A.
C^º MORALEJA S/N
40480 COCA
SEGOVIA

FERNANDO GARCIA POSSE
I.N.T.A. LEALES
MONTEAGUDO 819
4000 S. MIGUEL DE TUCUMAN
TUCUMAN
ARGENTINA

JOSE A. GARCIA BENAVENTE
SAPROGAL S.A.-BIOTER S.A.
C^º MADRID-BARCELONA KM 33,
ALCALA DE HENARES
MADRID

ANTONIA GARCIA CIUDAD
I.R.N.A. SALAMANCA
CORDEL DE MERINAS 42
37008 SALAMANCA

BALBINO GARCIA CRIADO
I.R.N.A. SALAMANCA
CORDEL DE MERINAS 42
37008 SALAMANCA

ANTONIO GARCIA RUBIO
C.C.E.A.
C^º EL VISO KM 2
14270 HINOJOSA DEL DUQUE
CORDOBA

ANA GARRIDO VARO
DPTO. PRODUCCION ANIMAL
E.T.S.I.A.M.
ALAMEDA DEL OBISPO S/N
14080 CORDOBA

GONZALO GOMEZ ABAN
NANTA-PIPENSA
APARTADO 74
DOS HERMANAS
SEVILLA

AUGUSTO GOMEZ CABRERA
DPTO. PRODUCCION ANIMAL,
E.T.S.I.A.M.
ALAMEDA DEL OBISPO S/N
14080 CORDOBA

CATALINA GOMEZ LOPEZ
CAROLINA 62, 2^ºB
23400 UBEDA
JAEN

GUILLERMO GOMEZ
MALDONADO
CARRANZA 14
28004 MADRID

ANTONIO GONZALEZ DE
TANAGO
SERVICIO PRODUCCION ANIMAL
(J.A.)
JUAN DE LARA NIETO S/N
41013 SEVILLA

JAVIER GONZALEZ CANO
E.T.S.I.A.
CIUDAD UNIVERSITARIA
28040 MADRID

GONZALO GONZALEZ MATEOS
E.T.S.I.A.
CIUDAD UNIVERSITARIA
28040 MADRID

JOSE LUIS GONZALEZ REBOLLAR
CENTRO CIENCIAS
MEDIOAMBIENTAL
SERRANO 115 BIS
28006 MADRID

PEDRO GONZALEZ REDONDO
DPTO. PRODUCCION ANIMAL,
E.T.S.I.A.M.
ALAMEDA DEL OBISPO S/N
14080 CORDOBA

JOSE A. GÜADA VALLEPUGA
FACULTAD DE VETERINARIA
MIGUEL SERVET 177
50013 ZARAGOZA

JOSE E. GUERRERO GINEL
E.T.S.I.A.M
ALAMEDA DEL OBISPO S/N
14080 CORDOBA

ANTONIO GUTIERREZ
C.C.E.A.
C^º EL VISO KM 2
14270 HINOJOSA DEL DUQUE
CORDOBA

LISTA DE PARTICIPANTES

JOSE LUIS GUZMAN GUERRERO
DPTO. PRODUCCION ANIMAL,
E.T.S.I.A.M.
ALAMEDA DEL OBISPO S/N
14080 CORDOBA

FUENSANTA HERNANDEZ
RUIPEREZ
FACULTAD DE VETERINARIA
CAMPUS ESPINARDO
30071 MURCIA

MARIANO HERRERA GARCIA
FACULTAD DE VETERINARIA
AVDA. MEDINA AZAHARA
14004 CORDOBA

ANTONIO JIMENEZ JIMENEZ
EUROSEMILLAS S.A.
FELIPE II 6-A, 1ºH
14004 CORDOBA

PABLO LARA VELEZ
DPTO. PRODUCCION ANIMAL,
E.T.S.I.A.M.
ALAMEDA DEL OBISPO S/N
14080 CORDOBA

JESUS LIZASO AZCARATE
NANTA S.A.
RONDA DE PONIENTE 9
28760 TRES CANTOS
MADRID

FELIPE LLORENTE OLAZABAL
INAGRO S.L.
AVDA. SAN FRANCISCO JAVIER
24
41018 SEVILLA

FERMIN LOPEZ GALLEGO
S.I.A. EXTREMADURA
APARTADO 22
06080 BADAJOZ

JUAN LUIS MARISCAL ARAUJO
CORSEVILLA SAT
APDO. 40
41370 CAZALLA DE LA SIERRA
SEVILLA

JOSE LUIS MARTIN POLO
S.I.A. CASTILLA-LEON
CORDEL DE MERINAS S/N
37008 SALAMANCA

REYES MARTIN COLETO
C.C.E.A.
Cº EL VISO KM 2
14270 HINOJOSA DEL DUQUE
CORDOBA

CLEMENTE MATA MORENO
FACULTAD DE VETERINARIA
AVDA. MEDINA AZAHARA
14004 CORDOBA

Mª DOLORES MEGIAS RIVAS
FACULTAD DE VETERINARIA
CAMPUS ESPINARDO
30098 MURCIA

YOLANDA MENA GUERRERO
C.I.D.A.
ALAMEDA DEL OBISPO S/N
14004 CORDOBA

EDUARDA MOLINA ALCAIDE
ESTACION EXPERIMENTAL DEL
ZAIDIN
PROF. ALBAREDA 1
18008 GRANADA

LUIS MOYA COSANO
NANTA S.A.
RONDA DE PONIENTE 9
28760 TRES CANTOS
MADRID

ANDRES MOYA PARRADO
LABORATORIO SANIDAD Y
PROD. ANIMAL
Cº MADRID-CADIZ KM 325
CORDOBA

FERNANDO MUÑOZ PEREZ
S.I.A., D.G.A.
MONTAÑANA 177
50080 ZARAGOZA

JOSE OJEDA RODRIGUEZ
CONSEJERIA AGRICULTURA
(J.A.)
C.I.D.A. LAS TORRES
ALCALA DEL RIO
SEVILLA

JOSE LUIS OPPELT GIMENEZ
E.U.I.T.A., CORTIJO DEL
CUARTO
Cº DE UTRERA KM 1
41014 SEVILLA

LISTA DE PARTICIPANTES

VICTOR ORTIZ SOMOVILLA
C.C.E.A.
Cº EL VISO KM 2
14270 HINOJOSA DEL DUQUE
CORDOBA

ANTONIO PERALTO JIMENEZ
FACULTAD DE VETERINARIA
AVDA. MEDINA AZAHARA
14004 CORDOBA

FRANCISCO PEREJON
RODRIGUEZ
PIUGAVAL S.A.
Cº EL VISO DEL ALCOR-
CARMONA KM 1,8
41520 EL VISO DEL ALCOR
SEVILLA

JOSE LUIS PEREZ ALMERO
C.I.D.A.
ALAMEDA DEL OBISPO S/N
14080 CORDOBA

LUIS PEREZ ALBA
FACULTAD DE VETERINARIA
AVDA. MEDINA AZAHARA
14004 CORDOBA

MANUEL PEREZ HERNANDEZ
FACULTAD DE VETERINARIA
AVDA. MEDINA AZAHARA
14004 CORDOBA

JUAN PEREZ LANZAC
C.C.E., DIRECCION VI-B II
AGRICULTURA
200, RUE DE LA LOI
1049 BRUXELLES
BELGICA

RAFAEL PEREZ MENDEZ
C.I.D.A. LAS TORRES
41200 ALCALA DEL RIO
SEVILLA

JOSE J. PIÑAN MIGUEL
BIOTER S.A.
APDO. 105
49600 BENAVENTE
ZAMORA

CARLOS J. PORRAS TEJEIRO
C.I.D.A. LAS TORRES
41200 ALCALA DEL RIO
SEVILLA

FERNANDO PORTERO DURAN
CORSEVILLA SAT
APDO. 40
41370 CAZALLA DE LA SIERRA
SEVILLA

ANA BELEN ROBLES CRUZ
ESTACION EXPERIMENTAL DEL
ZAIDIN
PROF. ALBAREDA 1
18008 GRANADA

ANTONIO RODRIGUEZ PEREZ
EL CORDOBES 2, BL 12, 4º 2
14005 CORDOBA

ANGEL RUIZ MANTECON
C.S.I.C.
APDO. 788
24080 LEON

LUIS D. SAN JUAN PAJARES
DPTO. PROD. ANIMAL, E.T.S.I.A.
CIUDAD UNIVERSITARIA
28040 MADRID

ANTONIO SANCHEZ PALMA
DPTO. PRODUCCION ANIMAL,
E.T.S.I.A.M.
ALAMEDA DEL OBISPO S/N
14004 CORDOBA

JUAN M. SERRADILLA
MANRIQUE
DPTO. PRODUCCION ANIMAL,
E.T.S.I.A.M.
ALAMEDA DEL OBISPO S/N
14004 CORDOBA

RAFAEL SUGRAÑES SERRANO
INDEGASA
APDO. 79
23400 UBEDA
JAEN

VICENTE TALAMANTES SERRA
NANTA-COPIVA S.A.
CAMINO MACHISTRE S/N
MELIANA
VALENCIA

MANUELA R. TORANZOS DE
PEREZ
FAC. AGRICULTURA Y
ZOOTECNIA
AVDA. ROCA 1900
4000 S. MIGUEL DE TUCUMAN
TUCUMAN ARGENTINA

LISTA DE PARTICIPANTES

GILLES TRAN
ASSOCIATION FRANCAISE DE
ZOOTECNIE
16 RUE CLAUDE BERNARD
75013 PARIS
FRANCIA

TIMOTHY THOMAS TREACHER
I.C.A.R.D.A.
5466 ALEPPO
SIRIA

ALFONSO VERA YVEGA
FACULTAD DE VETERINARIA
AVDA. MEDINA AZAHARA
14004 CORDOBA

PEDRO VILLA FERNANDEZ
CEREOL IBERICA S.A.
Cª ARJONA KM 7,0
23740 ANDUJAR
JAEN

Entidades Colaboradoras

ENTIDADES COLABORADORAS

CAJA PROVINCIAL DE AHORROS DE CORDOBA.

COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. DIRECCION GENERAL VI. AGRICULTURA.

CONSEJERIA DE AGRICULTURA Y PESCA DE LA JUNTA DE ANDALUCIA.

COOPERATIVA GANADERA DEL VALLE DE LOS PEDROCHES (COVAP).

FUNDACION ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICION ANIMAL (FEDNA).

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS (M.A.P.A.).

MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA.

UNIVERSIDAD DE CORDOBA.

