

# NUEVAS FUENTES DE ALIMENTOS PARA LA PRODUCCION ANIMAL III

Colección: CONGRESOS Y JORNADAS n.º 12-1989

## Coordinadores:

A. Gómez Cabrera  
E. Molina Alcaide  
A. Garrido Varo



**JUNTA DE ANDALUCIA**  
*Consejería de Agricultura y Pesca*

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRARIAS.

# NUEVAS FUENTES DE ALIMENTOS PARA LA PRODUCCION ANIMAL III

Trabajos presentados a las JORNADAS ANDALUZAS DE PRODUCCION ANIMAL y III REUNION CIENTIFICA, celebrada en la E.T.S.I.A. de la Universidad de Córdoba del 28 al 30 de Septiembre de 1988

Coordinadores:

A. Gómez Cabrera  
E. Molina Alcaide  
A. Garrido Varo



**JUNTA DE ANDALUCIA**  
*Consejería de Agricultura y Pesca*

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRARIAS.

*PUBLICACION DE LA  
CONSEJERIA DE AGRICULTURA Y PESCA  
DE LA JUNTA DE ANDALUCIA*

EDITA: DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRARIAS  
CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION AGRARIA. SEVILLA  
IMPRIME: P.A.O. SUMINISTROS GRAFICOS, S.A. SEVILLA  
D. LEGAL: SE-953-1989

## I N D I C E

	Pág.
Presentación .....	7
Ponencia I: <i>Situación actual en el estudio y aprovechamiento de los subproductos en España .....</i>	9
Ponencia II: <i>Materias primas alternativas vegetales en la fabricación de piensos compuestos en España</i>	71
Apéndice de Ponencia II .....	91
Comunicaciones a la I y II Ponencias .....	177
Discusiones a la 1. <sup>a</sup> sesión .....	213
Ponencia III: <i>Utilización de subproductos en la alimentación de conejos .....</i>	219
Discusiones a la 2. <sup>a</sup> sesión (I) .....	247
Ponencia IV: <i>Difusión de tecnología en alimentación animal</i>	253
Discusiones a la 2. <sup>a</sup> sesión (II) .....	281
Ponencia V (1): <i>Aspectos tecnológicos del tratamiento de pajas de cereal con urea. Datos preliminares</i>	285
Ponencia V (2): <i>Situación actual en el tratamiento de paja de cereales .....</i>	305
Ponencia V (3): <i>Control de los resultados obtenidos en el tratamiento de pajas con amoníaco en el Sur de España .....</i>	317
Comunicaciones a las Ponencias V .....	337
Discusiones a la 3. <sup>a</sup> sesión .....	365
Ponencia VI (1): <i>Utilisation des résidus de la taille et des grignons d'olive en alimentation animale .....</i>	371
Ponencia VI (2): <i>Situación actual en el aprovechamiento de subproductos de olivar. Recientes aportaciones de nuestro laboratorio .....</i>	399
Ponencia VI (3): <i>Aprovechamiento y depuración integral del alpechín: estado actual y perspectivas .....</i>	421

	<u>Pág.</u>
Ponencia VI (4): <i>Corolario de los resultados obtenidos en la valoración del orujo de aceituna y la hoja del olivo</i> .....	443
Comunicación a la Ponencia VI .....	465
Ponencia VII: <i>Halobacterias y recuperación de residuos</i> ...	469
Ponencia VIII: <i>Aprovechamiento conjunto de subproductos lignocelulósicos y líquidos contaminantes, procedentes de las industrias agroalimentarias en la alimentación de rumiantes</i> .....	485
Comunicación a la Ponencia VIII .....	507
Discusiones a la 5. <sup>a</sup> Sesión .....	517
Comunicaciones de Empresas .....	523
Mesa de trabajo sobre la problemática de la investigación .....	537
Apéndices .....	597

## PRESENTACION

El presente volumen integra los trabajos presentados a la III Reunión Científica que, sobre "Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal", se celebró en Septiembre de 1988 en Córdoba, como continuación de las celebradas en 1978 y 1983.

Dichos trabajos corresponden, por una parte, a las Ponencias elaboradas por distintos investigadores, sobre temas de su especialidad, a demanda del Comité de Organización. En algún caso (Tratamiento de paja de cereales; Subproductos del olivar) se presentan distintas Ponencias sobre un mismo tema. Por otra parte, se recogen algunas Comunicaciones libres presentadas por distintos investigadores.

La exposición de estos trabajos fué seguida de discusiones que consideramos de interés, por lo que se ha recogido un extracto de las opiniones expuestas, prescindiendo de la identificación de su autor, pretendiendo simplemente constatar el espectro de preocupaciones derivadas de los temas sometidos a debate.

En la sesión dedicada a Empresas se ha recogido un resumen de las intervenciones realizadas en cada caso, elaborado por los coordinadores de este libro de Actas, junto a las intervenciones (no personalizadas) habidas en el debate subsiguiente.

Al realizar el esfuerzo de recogida de las opiniones vertidas de manera espontánea en la Reunión, esperamos salvar en mayor medida la información que se produjo en la misma, aunque asumimos la imposibilidad de rescatar la riqueza de matices y el climax alcanzado, que, en cierta medida, esperamos se mantenga vivo en cada uno de los participantes en la misma.

Los Coordinadores

**P o n e n c i a I**  
**SITUACION ACTUAL EN EL ESTUDIO  
Y APROVECHAMIENTO DE LOS  
SUBPRODUCTOS EN ESPAÑA**

J. BOZA (\*)  
G. FERRANDO (\*)





# SITUACION ACTUAL EN EL ESTUDIO Y APROVECHAMIENTO DE LOS SUBPRODUCTOS EN ESPAÑA

J. BOZA y G. FERRANDO

Estación Experimental del Zaidín del C.S.I.C. en Granada

## 1. INTRODUCCION

Actualmente la producción animal tiene como objetivos básicos: aumentar la obtención de alimentos no excedentarios, reducir los costos y optimizar las características de calidad de las producciones, ayudar al desarrollo de áreas marginales, disminuir la dependencia genética y alimentaria del exterior y todo ello cuidando de la protección del medio.

Es conocido el efecto favorable de la ganadería sobre el producto bruto y el valor añadido de las explotaciones; contribuye a elevar las alternativas de cultivos, aprovechando mejor el suelo, o el de extensas áreas que sin su concurso serían improductivas; incrementa la mano de obra de forma continuada a lo largo del año fijando a la población y, por último, es base de una industria transformadora creadora de empleo y de mayores rentas.

En la CEE anterior a la entrada de Portugal y España la participación de la ganadería en la producción final agraria se encontraba situada próxima al 60%, frente al 42,9% (1985) de España, lo que indica en primer lugar nuestra posición de desventaja y crea una situación que favorece la llegada de excedentes comunitarios. La falta de ganadería afecta principalmente a las zonas de montaña y áreas marginales representadas ampliamente en España, que precisamente por su vocación deberían contar con una masa animal que utilizara eficazmente sus recursos naturales, no competitiva con la comunitaria y estabilizadora de estos ecosistemas. Otro tanto se podría decir de las zonas de monocultivos, con escasas superficies destinadas a la producción de forrajes, pero con grandes volúmenes de residuos de cosechas que los animales podrían aprovechar.

Para lograr esto es necesario, entre otras cosas, aumentar la oferta alimenticia, en base a la correcta utilización de los subproductos, con la finalidad de lograr mejoras económicas, evitar efectos dañinos de contaminación y generar condiciones que favorezcan un desarrollo ganadero eficiente.

Podríamos añadir que la producción animal está en un constante estado de flujo, en la que se pretende reducir los costos, en una situación con escasos márgenes de beneficios que actualmente soporta el ganadero, que lo dirige a manejar recursos no convencionales a fin de alcanzar mayores retornos de su inversión.

SNIFEEN y ROBINSON (1984) nos dicen que los productores han acercado la relación costo/precio de diversas maneras: aumentando la mecanización para disminuir mano de obras; incrementando el tamaño de sus rebaños, repartiendo el costo sobre mayor número de unidades; agrupándolos bajo techo; mejorando el potencial genético; incrementando el nivel de salud animal y mejorando el programa de alimentación. Debido a que el mayor gasto de cualquier explotación ganadera es la alimentación, la "estrategia nutricional" a seguir es aquella que con el uso de dietas de mínimo coste, permita las mejores producciones en cantidad y calidad, dietas que contemplan en su composición a los subproductos.

En la actualidad es creciente el interés por el aprovechamiento integral de la biomasa especialmente por aquella que puede servir de alimento a los animales, ya que los sistemas de producción animal están ahora encaminados al uso de raciones complejas, que admitan la entrada de nuevas fuentes de nutrientes compatibles con el aumento de la productividad ganadera.

El objetivo de disminuir los costos de alimentación sugiere encontrar fuentes de nutrientes más baratas, lo que trae de inmediato el uso de subproductos, llamados por NICHOLSON (1984) "alimentos de oportunidad", ya que su uso en alimentación animal representa la oportunidad de reducir costos, y para quienes los generan, la oportunidad de evitar los

gastos de su eliminación. Por ello el precio de un subproducto esta directamente relacionado con su valor nutritivo y la demanda que tenga en el mercado, así como los gastos que pueda originar su eliminación, sobre todo en países con severas medidas de protección del medio ambiente.

Ese interés está motivado por la necesidad de alimentar a la creciente población humana, lo que conduce a que los suelos más fértiles se utilicen para la producción de alimentos directamente consumibles por el hombre, obligando a la ganadería a desplazarse a zonas marginales no aptas para cultivos. En ellas los pastos no siempre aportan la energía adecuada, necesitando suplementarse la dieta de los animales con alimentos energéticos y económicos entre los cuales se encuentran los subproductos agroalimentarios.

La FAO (1978) señaló la necesidad de una mayor y apropiada utilización de los residuos agrícolas, pesqueros, forestales y de industrias afines, basándose en la obligación que tiene el hombre de hacer un uso más completo de sus recursos no renovables y de proteger su medio ambiente. BLAIR (1974) indica que muchos residuos poseen un valor nutritivo que puede ser aprovechado por los animales y que su inclusión en las dietas puede reducir el costo de alimentación y ayudar a mejorar el sistema productivo.

Sobre la cantidad disponible de estos recursos, SUNDSTOL y OWEN (1984) citan la concentración total de materia seca, proteína bruta y energía metabolizable contenidas en subproductos fibrosos de cereales y otras cosechas en el mundo en 1970 (A) y en 1981 (B)

Países	MS <sup>3</sup>		PB		EM	
	T. 10 <sup>3</sup>	% Cambio	T. 10 <sup>3</sup>	% Cambio	MJ. 10 <sup>9</sup>	% Cambio
Desarrollados A	972.901		59.577		7509.7	
	B	1.515.161	(55.7)	92.541	(55.3)	11777.0
En desarrollo A	1.249.874		74.598		9407.7	
	B	1.679.830	(34.4)	99.583	(33.5)	12638.3
En el mundo A	3.255.757		200.895		24541.6	
	B	4.423.919	(35.8)	268.779	(33.8)	33541.4

En esta tabla no sólo se aprecia la importante oferta de energía y proteína, sino también el aumento experimentado en los últimos años.

Para comprender el potencial energético y proteico de estos recursos, SUNDSTOL y OWEN (1984) comparan la disponibilidad mundial de los mismos con los requerimientos de la ganadería, basándose en datos de WHEDER y colaboradores (1981):

<u>Países</u>	<u>Requerimientos</u>		<u>Disponibilidad</u>	
	<u>EM (MJ.10<sup>9</sup>)</u>	<u>PB (T.10<sup>6</sup>)</u>	<u>EM (MJ.10<sup>9</sup>)</u>	<u>PB (T.10<sup>6</sup>)</u>
Desarrollados	10.121	73.8	A 9.991	59.3
			B 10.545	62.6
En desarrollo	26.311	177.6	A 19.819	121.8
			B 20.982	128.0
En el mundo	36.432	251.4	A 29.810	181.1
			B 31.527	190.6

A = 1977; B = 1978

De acuerdo con estos valores sería posible cubrir el 84% de las necesidades energéticas y el 74% de la proteína bruta de todo el ganado. En la práctica la disponibilidad de recursos es bastante menor ya que siempre existen pérdidas en las cosechas, transporte y almacenamiento. A su vez, parte de los residuos son usados como combustible, abono, camas para el ganado, materiales aislantes de construcción, para la producción de pasta de papel, etc. Aunque es probable que estas estimaciones tengan bastante error, es indiscutible la necesidad de aprovechar estos recursos y de la forma más rentable.

Desde hace mucho tiempo se están utilizando desperdicios y residuos agrícolas e industriales para la alimentación animal, pero aún no se ha logrado un uso sostenido en la mayoría de los países. En el Reino Unido se logró que las raciones de volumen del ganado vacuno sólo emplearan un 12% de cereales y que en los piensos compuestos suministrados a vacas gestantes o lactación, la proporción de residuos de cereales

alcanzara el 32% (WILSON y col., 1981). En Holanda los residuos utilizados como componentes de los piensos llegan a representar un 60% de los mismos, siendo el país que dentro de la Comunidad Económica Europea logra cifras más altas de aprovechamiento (ESCANDON, 1983).

La posible utilización en ganadería de nuevas fuentes de alimentos, tales como los residuos agrícolas, está afectada por distintos factores entre los que WILSON y colaboradores (1981), destacan los siguientes: disponibilidad de información sobre su composición y valor nutritivo, conocimiento de la posible variación de su composición, estabilidad del producto, cantidad y tiempo para su empleo y problemas asociados a su manejo, transporte y procesado.

La necesidad de una investigación más sistemática basada primeramente en el conocimiento de la disponibilidad del material, seguida de una evaluación química y ensayos de alimentación, son imprescindibles para la posible sustitución de los alimentos convencionales.

El ganado que pastorea en zonas marginales pasa por épocas en que los recursos que puede obtener del pastizal son inferiores a sus necesidades. Si los animales se encuentran en períodos de alta producción hará necesario complementar su dieta con pienso de buena calidad, pero en las restantes circunstancias es posible el suministrarles alimentos de menor calidad y bajo costo.

Es muy frecuente que en áreas próximas a zonas de monocultivos, montañas y áridas, se desarrolle una agricultura intensiva que genera grandes volúmenes de subproductos, cuya utilización por el ganado podría, junto con el consiguiente beneficio económico, permitir ciertos períodos de descanso a la cobertura herbácea para su regeneración, así como completar la dieta de los animales (BOZA y col., 1985).

Un ejemplo de producción de estos residuos agrícolas lo tenemos en el área del proyecto LUCDEME; en el litoral del sureste peninsular, colindante con una amplia zona árida, en la cual pastorean numerosos re-

baños caprinos y ovinos, existen alrededor de 15.000 Ha de cultivo bajo plástico que generan un volumen importante de desechos. En la tabla y gráfica siguientes (MORENO, 1985 y BOZA y col., 1985) se cuantifica la superficie, volumen de producción (sustancia seca), calendario de aprovechamiento y valores nutritivos.

Actualmente estos desperdicios son utilizados ocasionalmente en forma directa por el ganado que circunda los cultivos sin existir una ganadería estructurada que permita aprovechar este alimento correctamente. Uno de los motivos es la falta de conocimiento sobre sus posibilidades de utilizarse como complemento de dieta, debido, entre otras cosas, a la escasez de información sobre su valor nutritivo (SILVA, 1987).

El conocimiento del valor nutritivo de estos recursos es de vital interés ya que el objetivo final de la investigación es la aplicación de los residuos a dietas integradas y representativas de situaciones reales. Esto es muy complejo debido a que la composición de los subproductos es muy variada y la calidad biológica de sus nutrientes está condicionada por la diversa tecnología empleada en los procesos a los que se somete (BOZA y col., 1974). En las anteriores Reuniones (1978 y 1983) fueron frecuentes las manifestaciones de la insuficiente tipificación de la mayor parte de los subproductos para su incorporación a los piensos y dietas. Para ello, así como para entrar a formar parte de dietas prácticas, especialmente destinadas a rumiantes, es necesario conocer su composición química-bromatológica, su valor nutritivo, y como mínimo, parece esencial saber la degradabilidad de la materia orgánica y de los compuestos nitrogenados en el rumen, ya que se trata de recursos poco convencionales como son en general los subproductos. Según FERNANDEZ CARMONA y colaboradores (1984), el estudio de los subproductos dentro de la alimentación animal exige, desde el punto de vista práctico, analizar su comportamiento como una parte integrante de la ración total y conocer, para cada uno, los niveles máximos de incorporación a las raciones.

Subproductos agrícolas de Almería. Superficie, volumen de producción, calendario de aprovechamiento y valores nutritivos. (MORENO, 1985 y BOZA y col., 1985)

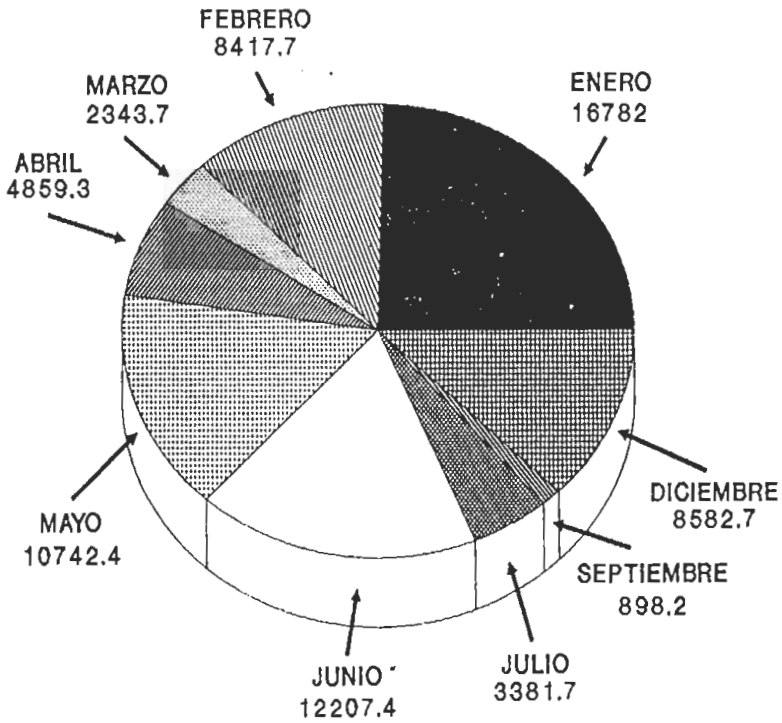
	Superficie		Tm (s.s.)		Calendario de aprovechamiento		Valor nutritivo (1)	
	Ha	%	Tm	%	Diciembre-Febrero	Mayo-Junio	PB (Tm)	EB (MJ)
					Tm	Tm		
Tomate	6.086	21,6	53.353	33,5	8.885	44.468	10.190	42.319.732
Pepino	1.932	6,9	4.188	2,7	2.469	1.219	718	3.249.759
Judía verde	4.322	15,4	28.669	18,0	10.736	17.933	3.962	28.304.903
Pimiento	4.507	16,0	33.126	20,8	16.489	16.637	4.876	27.449.069
Berenjena	549	2,0	3.517	2,2	-	3.517	-	-
Calabacín	1.022	3,6	2.682	1,7	677	2.005	530	1.762.108
Sandía	5.128	18,2	12.497	7,9	-	12.497	-	-
Melón	2.495	8,9	12.326	7,7	194	12.132	17.503	9.417.087
Fresa	151	0,5	848	0,5	-	848	-	-
Guisantes	423	1,5	1.760	1,1	606	1.154	482	1.868.262
Clavel	293	1,0	3.171	2,0	-	3.171	-	-
Patata	1.226	4,4	3.015	1,9	2.081	934	-	-
TOTAL	28.134	100,0	159.152	100,0	42.137	116.515	38.261	114.370.920

(1) Referente al 85% de los subproductos



# DISPONIBILIDAD DE RESIDUOS

Materia organica digestible (Tm)



ESTIMACION DE LA OFERTA DE MATERIA ORGÁNICA DIGESTIBLE (MOD) DE LOS PRINCIPALES RESIDUOS DE INVERNADEROS EN ALMERIA.

En los últimos años se ha comenzado a evaluar en forma más sostenida estos productos con animales (LUQUE y MURILLO, 1971; GALVEZ MORROS, 1978; BOZA y GUERRERO, 1981b; MOLINA, 1981; GUERRERO, 1982; MARTINEZ y MEDINA, 1982; ESCANDON, 1983; FERNANDEZ CARMONA y col., 1984; GASA, 1984; GOMEZ CABRERA y col., 1984; GUADA y col., 1984; ALIBES, 1987; SILVA, 1987, entre otros muchos), pero de forma generalizada, aún no se ha logrado el uso adecuado de los subproductos dentro de una dieta.

De acuerdo con lo anterior, podemos señalar que en España se están llevando a cabo numerosos estudios sobre el valor nutritivo de subproductos agrícolas y agroindustriales, pero debemos volver a resaltar la falta de estudios sistemáticos que desemboquen en una posibilidad real y generalizada de inclusión en las diferentes dietas de los animales de una forma continuada.

Actualmente la incorporación de algunos de estos subproductos, con abundante contenido en fibra, como serrín, orujos, cañotes, cáscaras de cacahuete y girasol, pajas tratadas, etc., a la alimentación del ganado, usándolos como diluyentes de raciones de elevada energía en sistemas de libre consumo, permite reducir los costos de alimentación, disminuir mano de obra, ayudar a resolver problemas de contaminación, así como su empleo en dietas de acabado-cebo para obtener canales más magras.

Se pretende ahora la disminución de la grasa de origen animal en la alimentación humana, así en el FEEDSTUFFS (1988), se señala que en el período de 1965 a 1985 en los EEUU los aportes de lípidos de origen animal han disminuido en un 22% mientras que los de origen vegetal se incrementaron en un 64%. Esto nos señala la necesidad de producir canales más magras y para ello una de las estrategias a seguir podría ser el incremento del aporte de fibra (subproductos) en la fase de preparación para matadero del ganado.

En 1976 GREENHALGH en su memorable artículo titulado "El dilema de la alimentación animal y la nutrición" nos planteaba el argumento

moral de la no utilización en la producción animal de alimentos que puedan ser consumidos por el hombre ante la angustiosa situación de los países del tercer mundo.

Apuntaba en este trabajo que esa pretendida sustitución presentaba diversos problemas técnicos, claramente imposible en los animales monogástricos, donde la proporción de concentrado en sus dietas es del 85 al 100%, pero con mejores perspectivas en el caso de los rumiantes, en los que la disminución de los niveles de cereales podría intentarse. No debemos olvidar sin embargo que el uso de los subproductos en la alimentación animal tiene que ir precedido del interés económico de su empleo, circunstancia que pensamos debe ser compatible con los aspectos morales o de protección del medio ambiente, ampliamente señalados como factores que aconsejan su utilización.

REID (1970) indicó para el año 2000 la necesidad de que los alimentos de origen animal fueran producidos a partir de alimentos de tipo alternativo, pese a que considera que no acontecerán grandes cambios en la situación alimentaria de la humanidad, aconsejando que las naciones menos desarrolladas deberán incrementar el uso de pastos y forrajes en la producción animal, quedando reducido el uso de concentrados y cereales a aquellos países con sobreproducción de los mismos.

De acuerdo con CEYRAD (1985) el crecimiento de la eficacia de la producción animal en la Europa comunitaria ha sido sorprendente, estimulado por las nuevas técnicas de alimentación, por una mayor selección genética, perfeccionamiento sanitario y una mejor gestión, e hizo que en 12 años (1971 a 1983) con un incremento en el consumo de energía neta del 17% y del 17,7% de proteína bruta provoque aumentos del 22,9% en la producción de leche, del 34,3 en la producción de carne y del 15,4 en la producción de huevos.

Estos aumentos han provocado una superproducción y consecuencia de ello una crisis en la agricultura, que señala la conveniencia de reducir el volumen de producción por medio de cuotas o garantías solida-

rias, así como de los costos de las producciones, que en aquellas de origen animal favorece la utilización de subproductos en las dietas, lo que tendrá una incidencia cada día mayor, asistiéndose al convencimiento que gracias al "know-how" científico técnico sobre la materia, el empleo de estos recursos por los animales alcanzará una buena eficiencia.

Otro camino de interés en la actualidad es convertir desechos orgánicos agroalimentarios en alimentos de calidad mediante la aplicación de biotecnología, especialmente procesos microbiológicos, en los que mezclando inóculos de bacterias o levaduras con desechos lignocelulósicos y otros nutrientes, permitan a los microorganismos producir una biomasa rica en proteína, enzimas y vitaminas a partir de un sustrato formado por los subproductos. Los logros en las investigaciones sobre las fermentaciones y el desarrollo subsiguiente de una serie de productos alimenticios, le hicieron decir a WARDEN (1974) que "la química de las fermentaciones puede ser muy bien el gigante dormido que libre el mundo de enormes privaciones de energía y proteína".

Pese a esta exposición en la que hemos pretendido mostrar el interés actual del uso de los subproductos en la alimentación animal, existen una serie de limitaciones al uso, que brevemente comentaremos.

La primera de ellas deriva de la naturaleza de los mismos, generalmente ricos en paredes celulares, pobres en nitrógeno, con escasos carbohidratos solubles y con contenidos minerales desequilibrados, que aconsejan su uso a los herbívoros y especialmente a los rumiantes. Esa composición determina su baja digestibilidad por no llegar, al rumen o ciego, niveles adecuados de nutrientes para sostener una adecuada actividad de sus microorganismos, que obliga a la suplementación de los mismos o limitar su participación en la dieta.

Su bajo contenido en energía metabolizable y la escasa utilización de ella, salvo para la lactación, no permite aconsejar su uso en determinadas situaciones productivas.

Como consecuencia de todo lo anterior es de esperar una baja ingesta, salvo que una correcta suplementación permita la óptima utilización de su energía y de los restantes nutrientes.

Existen procesos de adecuación, aumento de su valor nutritivo y de conservación, que pueden lograr una mejor eficiencia en la utilización de los mismos, pero que conlleva un mayor costo que en diversas ocasiones hace no conveniente su aplicación.

La baja densidad de unos o el elevado contenido en humedad de otros, limita el área geográfica donde pueden ser utilizados económicamente, debido al coste de transporte a las zonas próximas en donde se generan, especialmente en zonas de monocultivos y de escasa producción forrajera, en donde su empleo podría tener un buen impacto en el mantenimiento de una ganadería basada en el aprovechamiento de estos recursos.

La estacionalidad en la producción de subproductos, que impide el poder suministrar dietas homogéneas a lo largo del año, o tener que recurrir a su conservación por desecación al sol o ensilaje al objeto de poder prolongar su uso, dejando la deshidratación artificial para aquellos cuyo valor nutritivo y precio la permitan, es otro inconveniente.

## 2. CLASIFICACION DE SUBPRODUCTOS

Existen diversas maneras de clasificación de los residuos agrícolas, pesqueros, forestales y de industrias afines que atiende bien a su procedencia (FAO, 1978) o a la composición químico-bromatológica de los mismos, pudiendo agruparse esta última clasificación de acuerdo con su mayor contenido en algunos de sus nutrientes (BATH, 1981).

Presentamos una clasificación en la tabla siguiente, para a continuación hacer unos comentarios de la importancia de los mismos, citando a algunos de los investigadores que han realizado estudios sobre ellos.

## CLASIFICACION DE SUBPRODUCTOS DE INTERES PARA LA ALIMENTACION ANIMAL

### 1. Producidos en el lugar de cultivo:

- 1.1. Abundantes en materia seca: Rastrojos, pajas de cereales y leguminosas, cañote de maíz y girasol, etc.
- 1.2. Pobres en materia seca: Resíduos de poda (ramones y sarmientos), hojas y coronas de remolacha azucarera, cabo de caña de azúcar, despunte de maíz, resíduos de cultivos de verduras y hortalizas (hojas, tallos y destrio de fruto no comerciales o dañados, etc).

### 2. Originados en plantas de procesado:

- 2.1. Subproductos de la industria azucarera: Pulpa de remolacha, bagazo de caña y melazas.
- 2.2. Subproductos de destilerías: Vinazas.
- 2.3. Subproductos de harineras: Salvados y germen de trigo.
- 2.4. Subproductos del arroz: Salvados, germen y cascarilla.
- 2.5. Subproductos de la fabricación de almidones y féculas: Gluten de maíz y pulpa de patata.
- 2.6. Subproductos de la industria cervecera: Bagazo y caldo de levadura de cerveza.
- 2.7. Subproductos de la industria oleícola: Orujos y pulpa de aceituna, melaza de aceituna, torta de oleaginosas, cascarilla de girasol.
- 2.8. Subproductos de la industria textil: Semilla y torta de algodón.
- 2.9. Subproductos de la industria de zumos y conservas de frutas y hortalizas: Pulpas y torta de semilla de cítricos, pulpas de frutas y pulpas de hortalizas.
- 2.10. Subproductos de la industria vitivinícola: Orujo y granilla de uva.
- 2.11. Subproductos de frutos secos: Envoltura carnosa de almendra, cáscara de cacahuete, etc.
- 2.12. Subproductos de proteína foliares: Pulpa de forrajes.

### 3. Resíduos de origen animal:

3.1. Originados en las explotaciones: Deyecciones de aves y cerdos.

3.2. Subproductos de mataderos: Harinas de sangre, carne y hueso, grasas y sebos, harina de plumas, etc.

3.3. Subproductos de la industria láctea: Suero de quesería.

3.4. Subproductos de la pesca: Harina y solubles de pescado.

4. Procedente de industrias maderera y papelera: Corteza de árboles, pulpa, serrín, lignosulfonatos, etc.

5. Resíduos urbanos: Basuras y aguas residuales.

### 3. SUBPRODUCTOS PRODUCIDOS EN EL LUGAR DE CULTIVO

#### 3.1. Abundantes en materia seca

##### 3.1.1. Rastrojos

La superficie de las rastrojeras pastadas en España fue de 7.295.387 Ha, manteniendo un peso vivo de 138.527 Tm/año (MAPA, 1984). cifras que señalan el interés de estos subproductos o derrotas de mieses que quedan en el campo después de la cosecha.

Pese a lo anterior son escasos los trabajos dedicados al estudio del aprovechamiento de estos recursos que en diversas zonas han perdido importancia como consecuencia de la quema y levantamientos de las rastrojeras en períodos cortos de tiempo, que impide una completa utilización por el ganado.

VERA VEGA y FERNANDEZ de MESA (1987) en un reciente trabajo cuantificaron el valor nutritivo de los mismos en ganado ovino en un número elevado de regiones españolas, encontrando que quedan sobre el campo a disposición de los animales del orden de 53 a 200 Kg/Ha de grano, y de 541 a 3.730 Kg/Ha de paja, cuya utilización por los animales durante el verano permite cubrir sus necesidades en una época difícil en todo el secano español.

### 3.1.2. Pajas de cereales

El resumen de la producción de pajas de cereales en España en 1984 se presenta en la siguiente tabla:

PRODUCCION NACIONAL DE PAJA COSECHADA DE CEREALES EN 1984

	<u>Superficie Ha</u>	<u>Paja cosechada Tm</u>
Trigo .....	2.305.560	3.964.399
Cebada .....	4.022.908	8.462.346
Avena .....	479.290	551.238
Centeno .....	230.528	254.802
Escaña .....	115	45
Tranquillón ....	5.404	5.931
Arroz .....	72.974	-
Maíz .....	440.180	-
Sorgo .....	20.686	-
Mijo y panizo ..	215	-
Alpiste .....	1.678	-
Otros cereales .	4.685	-
TOTAL .....	7.584.223	13.238.761

Fuente: MAPA 1984

Estos subproductos del cultivo de los cereales por su volumen de producción y uso generalizado en la alimentación de los herbívoros, hacen que se considere como el principal subproducto destinado a la alimentación animal, constituyendo desde la antigüedad el principal alimento de volumen que se le suministra al ganado en regiones de clima seco.

Su composición química pone de manifiesto que se trata de un alimento lignocelulósico, con un 3 a 4% de proteína bruta y 5,7 a 7,3 MJ EM/Kg



de MS (OWEN, 1981) siendo la de mejor calidad las de las pajas de cebada y avena y la peor la de trigo, y una posición intermedia la de cañote de maíz.

Son numerosos los estudios de valoración nutritiva y utilización en diferentes especies realizados en España (PAZ y GOMEZ BARCINA, 1963; BOZA y col., 1966; VARELA y col., 1966; CASTRILLO y col., 1981; BOZA y col., 1982b; GUERRERO y BOZA, 1981; CASTRILLO y col., 1985; RIVEROS y ARGAMENTERIA, 1985; BALCELLS y col., 1987).

Los tratamientos físicos o químicos permiten que alimentos groseros como las pajas de cereales o cañote maíz, puedan constituir un alimento energético de considerable valor para los rumiantes. Particularmente los estudios del efecto de los tratamientos químicos han tenido una gran atención por numerosos investigadores (FERNANDEZ CARMONA y GREENHALGH, 1972; GONZALEZ, 1978; ALIBES, 1978; ALIBES y col., 1981; ALIBES y col., 1982a; VARONA y col., 1984; ALIBES y col., 1984a; ALBERTI, 1985; FACI y col., 1985; GOMEZ CABRERA y col., 1985a; CAÑEQUE y LAUZURICA, 1987; ALBERTI y col., 1987), resultados que han puesto de manifiesto el beneficio nutritivo y económico de estos tratamientos con NaOH, KOH,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  e  $\text{NH}_4\text{OH}$  que actuando sobre los enlaces lignocelulósicos lograron la mejora en digestibilidad de estos recursos y consecuentemente un incremento en los niveles de ingesta de los mismos. Debemos señalar que no existe un compuesto químico ideal, aunque los que aportan mayores posibilidades son NaOH y  $\text{NH}_4\text{OH}$ , dependiendo su uso de las disponibilidades, objetivos que se persigan y economía de su empleo.

### 3.1.3 Pajas de leguminosas

La producción de pajas cosechadas en España en 1984 de leguminosas grano fueron las siguientes:

#### PRODUCCION NACIONAL DE PAJA COSECHADA DE LEGUMINOSAS GRANO EN 1984

	<u>Superficie Ha</u>	<u>Paja cosechada Tm</u>
Judías seca .....	109.368	66.388
Habas seca .....	57.971	54.140
Lentejas .....	61.988	33.865
Garbanzos .....	91.695	46.068
Guisantes seco .....	4.722	3.726
Veza .....	35.528	29.545
Altramuz .....	2.769	878
Almortas .....	1.060	623
Alholva .....	1.325	1.886
Algarrobas .....	11.767	7.357
Yeros .....	36.810	25.947
Otras leguminosas .....	9.674	14.622
TOTAL .....		285.045

Fuente: MAPA 1984

Son numerosos los trabajos realizados con estos subproductos desde que en 1956 los Profesores Gonzalez y Zorita en unas experiencias de alimentación de óvidos estudiaran la paja de algarroba. En 1961 VARELA y colaboradores (1961b) y LOPEZ GRANDE y colaboradores (1962) estudian la digestibilidad de la paja de veza y su comportamiento en la producción y calidad de la leche de cabra, así como su utilización en dietas prácticas (BOZA y col., 1982a). VARELA y colaboradores (1966) estudiaron la digestibilidad en óvidos de la paja de habas.

OVEJERO (1967) estudió en su tesis doctoral la energía digestible y metabolizable de las pajas de leguminosas en ganado ovino. Un estudio general de la digestibilidad y valor nutritivo de las pajas de nueve leguminosas cultivadas para grano (lentejas, algarrobas, almortas, yeros, veza, guisantes, garbanzos, alubias y habas), en ganado ovino fue realizado por ZORITA y colaboradores en la Estación Agrícola Experimental de León en 1970, completando este trabajo con otro de GUEDAS y ZORITA (1972) dedicado a la paja de alholvas (*Trigonella foenum graecum*).

CASTRILLO y colaboradores (1981) estudiaron "in vitro" la digestibilidad de la MS de las diferentes muestras de pajas de leguminosas y de cereales, encontrando coeficientes que oscilaban de 48,9 a 59,5 para las primeras y de 37,6 a 47,3 para las de cereales, resultados que abundan en la mejor calidad de las pajas de leguminosas.

### 3.2. Pobres en materia seca

#### 3.2.1. Residuos de poda

Su utilización en la alimentación animal se conoce desde muy antiguo. PLINIO y COLUMELA (citados por RODRIGÁÑEZ, 1949), hablan del follaje de algunos árboles y arbustos como alimento del ganado, y HERRERA en 1513 al hablar del vacuno y ovino recomienda en su alimentación los ramones de acebuche, olivo, encina, carrasca, álamos, fresno, roble, etc. en el otoño e invierno, mayormente en las tierras que nieva mucho, conservándolos incluso por desecación al sol.

Por su importancia el de mayor interés en España es el ramón de olivo, ya que de los 2 millones de hectáreas, el subproducto de la poda hojas y leña suponen cerca de los 3 millones de Tm en sustancia fresca (MUÑOZ y col., 1983). Se ha estudiado el valor nutritivo de la hoja de olivo procedente de la separación de la aceituna (BOZA y GUERRERO, 1981b), del ramón fresco (VERA-VEGA y GALAN, 1978; CIVANTOS, 1981; GOMEZ CABRERA y col., 1982; PERELLADA y GOMEZ CABRERA, 1983; MUÑOZ y col., 1983; PERELLADA y col., 1984) desecado al sol (GALAN y col., 1981;

BOZA y GUERRERO, 1981b) . . . el efecto de diversos tratamientos físicos y de las formas de conservación sobre su utilización por los animales (PARELLADA y col., 1982) y la influencia del uso del ramón en la producción y calidad de la leche de cabra (LOPEZ GRANDE y col., 1962).

En general pese a su escaso contenido en proteína y su baja utilización es bien aceptado por los animales con ingestas voluntarias de 70,8 a 79,5g MS/KgP<sup>0.75</sup> en cabras y con coeficientes de digestibilidad de la materia orgánica de 55,2 a 60,4% (GUERRERO, 1982), señalándose como comentario general que es un subproducto que puede aportar una ayuda eficaz a la alimentación del ganado en las zonas de este monocultivo.

Los inconvenientes de su uso viene dado por la necesidad de retirar rápidamente los ramones del olivar por razones fitopatológicas; por su difícil manejo y poca densidad (30 Kg/m<sup>3</sup>) (CIVANTOS, 1981) que encarece el transporte a los sitios de consumo, añadido al proceso de su conservación, y el producto final tiene a juicio de los investigadores un valor alimenticio mediocre, pese a que es ampliamente utilizado tanto fresco como conservado.

Otro subproducto de la poda de interés en alimentación animal es el ramón de encina junto con otros Quercus (chaparro, melojo, quejigo, roble, etc), ya que proporcionan durante el invierno o en época de sequía un recurso, apreciado particularmente por ovejas y cabras y en épocas de escasez satisface parte de las necesidades de los rebaños de zonas de monte bajo y garrigas.

Se estima la producción de ramón de encina en 1,3 millones de Tm (GUERRERO y BOZA, 1983) originados en los 2,9 millones de Ha ocupadas por ésta frondosa en España.

Su composición químico-bromatológica fue estudiada por MEDINA BLANCO (1956) mostrando fuertes oscilaciones en el contenido en proteína durante los meses de invierno que van desde 11,7% en Diciembre a 7,2% en Marzo.

La ingesta voluntaria es moderada estando cifrada en el ganado cabrío en 47,6g MS/KgP<sup>0.75</sup> con una digestibilidad de la materia orgánica del 49,3% y un valor nutritivo de 6,93 MJ de EM/Kg MS.

MUÑOZ y colaboradores (1985) han estudiado el valor nutritivo del ramón de fresno (Fraximus excelsior), recurso invernal de interés en la alimentación de pequeños rumiantes, encontrando una ingesta voluntaria en corderos de 77,3g MS/KgP<sup>0.75</sup>, una digestibilidad de la materia orgánica del 58,8% y un valor nutritivo de 7,94 MJ de EM/Kg MS que señalan la aceptable calidad de este subproducto.

Otro subproducto de la poda son las hojas del naranjo, cuya importancia en nuestro país viene avalada por la superficie dedicada a este cítrico 127.942 Ha (MAPA, 1984). La digestibilidad y valor energético de la hoja del naranjo fue estudiada en conejos por CERVERA y colaboradores (1978).

Terminamos este apartado con los estudios realizados por ALVIRA y colaboradores (1983) y ALVIRA y REBOLE (1987) sobre la composición del sarmiento de vid, y el efecto que sobre ella tiene el tratamiento con hidróxido sódico. Es un subproducto con un bajo contenido en proteína (6,7%) y abundante paredes celulares (51,7% FND) y una digestibilidad "in vitro" de 42,7%, no encontrándose efectos positivos por el tratamiento químico. Señalan los investigadores anteriormente citados que la mejor forma de utilizar el sarmiento con hojas para la alimentación de los rumiantes es ensilado sin aditivos.

### 3.2.2. Resíduos de cosechas

Entendemos como residuos de cosecha la porción de la planta que queda en el campo después de la recogida del fruto, raíz o tubérculo.

Por su importancia comenzaremos por señalar las hojas y coronas de remolacha azucarera, por la superficie que se dedica en España a su cultivo 220.127 Ha (MAPA, 1984), con un volumen de residuos del 25% de la raíz limpia que representó para la campaña de 1984 más de 2.02 millo-

nes de Tm. Si tenemos en cuenta que la remolacha azucarera suele ser un monocultivo en diversas zonas de nuestra geografía, la utilización de la misma, fresca o conservada, puede ser un recurso básico para la alimentación de ganado en dichas zonas.

VARELA y BOZA (1961a) y LOPEZ AFAN (1963) estudiaron la digestibilidad y valor nutritivo de este subproducto fresco y ensilado en la alimentación de ovinos. Destaca su contenido proteico (15,8% sobre MS), la digestibilidad de la materia orgánica 80,2% y su valor energético cifrado en 9,8 MJ de EM/Kg MS. El elevado contenido en ácido oxálico de estos residuos, actúa como agente quelante secuestrando al calcio y transformándolo en oxalato cálcico, que es insoluble, lo que provoca alteraciones graves en los animales cuando de forma sostenida se alimentan con este subproducto y no se les suministra un suplemento en calcio (50 g de  $\text{CO}_3\text{Ca}/100$  Kg) a las hojas y coronas frescas o ensiladas.

Otro residuo de cosecha de interés en el Mediterráneo andaluz es el cabo de caña de azúcar que fue estudiado fresco y ensilado en ovino por LOPEZ AFAN (1963) y en ganado vacuno por SANCHEZ y colaboradores (1974) y cuyos resultados fueron presentados en la 1ª Reunión de estas Jornadas (BOZA, 1978). La conclusión de estos estudios es que la utilización de este subproducto podría tener un efecto favorable en el asentamiento ganadero de nuestro litoral, donde difícilmente se puede cultivar forrajes ya que su superficie se destina a los cultivos de primor y caña de azúcar, de la que se obtienen volúmenes elevados de residuos susceptibles de entrar a formar parte de la dieta de los herbívoros.

Un grupo de subproductos del mayor interés lo forman los residuos de cosechas de las hortalizas a las que España dedica 485.083 Ha (MAPA, 1984) destacando por su importancia tomate, pimiento, alcachofa, judía verde, melón, sandía, col, coliflor, zanahorias, entre otras muchas, así como de flores (esquejes de clavel).

Estos subproductos están formados por tallos, hojas, frutos no comerciales y, a veces las raíces de estos cultivos, que ya en la intro-

ducción señalamos su importancia ejemplarizándolos en los obtenidos en Almería principalmente procedentes de invernaderos o cultivos bajo plástico.

GUERRERO (1982) estudió la digestibilidad y valor nutritivo de la planta de judía verde en cabras y por su composición y digestibilidad puede compararse a un heno de mediana calidad (15,5% PB; digestibilidad de la MO 61,6% y 7,98 MJ de EM/Kg MS).

GASA y colaboradores (1986) señalan que los residuos de coliflor pueden ser considerados como un subproducto voluminoso de elevado contenido energético y cuya concentración en nitrógeno es suficiente para cubrir las necesidades de los microorganismos del rumen; indicando también que la proteína fue altamente degradable en líquido ruminal de ovino.

Son diversos los estudios realizados sobre otros residuos de cosechas de cultivos de invernaderos en general (MORENO, 1985 y BOZA y col., 1985), planta maíz dulce, pimiento, judía verde de arrastre, judía enana, verde y desecada al sol, guisante, calabacín, pepino, melón y tomate (SILVA, 1987), señalando como conclusión que estos subproductos por su composición, ingesta voluntaria, digestibilidad y valor energético, pueden considerarse como forrajes de mediana calidad.

Con respecto al cultivo del clavel al que España dedica 1.084 Ha, y del que se obtiene un subproducto importante por su volumen y valor nutritivo que es el esqueje, usado para la alimentación del conejo por BETLLORI (1971) y para la cabra por SILVA (1987). Destaca su composición el contenido en proteína (17,2%) bajo contenido en paredes celulares (39,6% FND) y un alto valor en energía bruta (17,04 MJ/Kg MS). La digestibilidad de la MO en ganado cabrío fue del 79,5% y su valor nutritivo en MJ de EM/Kg de MS de 10,2, valores que lo confirman como un recurso de gran calidad para su utilización por los herbívoros.

#### 4. SUBPRODUCTOS ORIGINADOS EN PLANTAS DE PROCESADO DE ALIMENTOS

##### 4.1. Subproductos de la industria azucarera

Los principales subproductos de esta industria son la pulpa de remolacha, bagazo de caña de azúcar y melazas.

Con la salvedad de la pulpa de remolacha que por su valor nutritivo se la compara con un concentrado, vamos a referirnos en nuestra intervención a los otros dos, especialmente al bagazo de caña de azúcar que ha sido escasamente utilizado en alimentación animal.

El bagazo de caña de azúcar constituye el subproducto más importante desde el punto de vista cuantitativo en el procesado industrial de esta planta (41.000 Tm de bagazo seco). Sus características nutricionales lo hacen poco apropiado para su empleo directo en alimentación animal. En efecto, este residuo es abundante en B-polisacáridos fuertemente asociados con lignina y en menor grado con sílice, lo que limita el acceso de los microorganismos de la panza y el contacto con sus enzimas hidrolíticas. Ello conduce a una degradación lenta e incompleta, que limita la ingesta y lo hace absolutamente inadecuado para alcanzar niveles productivos aún moderados. En estas circunstancias, el tratamiento alcalino del bagazo de caña de azúcar, se considera necesario (BOZA, 1978 y MOLINA y col., 1983.a).

El tratamiento del subproducto con hidróxido sódico (0, 2, 4 y 6g de NaOH/100g de bagazo seco), provoca un descenso significativo en su contenido en paredes celulares (FND), como consecuencia de la solubilización de las hemicelulosas, cuya concentración experimenta un marcado descenso.

Las digestibilidades de la materia orgánica del bagazo de caña de azúcar, ensilado y tratado con diversos niveles de NaOH, en ganado ovino de raza "segureña", se encuentran incrementadas por efecto de este tratamiento del 33,2 al 57%, así como la ingesta que pasa de 29,8 a 44,7g MS/KgP<sup>0.75</sup> y su valor energético que se incrementa de 4,82 a 7,35 MJ de EM/Kg de MS.



En cuanto a las melazas su uso en la alimentación animal está muy difundido, siendo un componente habitual de los piensos compuestos y de las dietas destinadas a rumiantes.

La importancia de este subproducto viene dada por su nivel de producción 412.000 Tm (MAPA, 1984) y por su valor energético 12,9 MJ de EM/Kg MS, con el inconveniente de su elevado contenido en potasio (aproximadamente 4%) que limita su empleo en alimentación.

AGUILERA y colaboradores (1971) estudiaron su empleo en cerdos en crecimiento-cebo; BOZA y colaboradores (1970) la ensayaron en el ganado ovino, entre otros trabajos que incluyen este subproducto en dietas para el ganado.

#### 4.2. Subproductos de destilerías: Vinazas

La vinaza o caldo de destilería es el residuo que queda después de destilar el alcohol de la masa fermentada que puede emplearse en alimentación animal.

La composición media de vinazas concentradas es: materia orgánica, 72,3%; proteína bruta, 22,6%; carbohidratos, 44,1%; minerales, 27,7% (66,6% MS), siendo muy elevado su contenido en potasio, principal inconveniente para su utilización en alimentación, componente que puede extraerse por el procedimiento de desmineralización de Le Saffre.

Dado el poder contaminante de las vinazas se ha considerado necesario su utilización, después de reducir el volumen de efluentes y su posterior utilización como abono, sustrato para la producción de proteína de células simples o alimentación animal. Dado el volumen creciente de producción de alcohol, el estudio de la utilización de las vinazas se considera en la actualidad del mayor interés.

De la bibliografía consultada se conoce que se ha empleado preferentemente en la alimentación de rumiantes, como complemento proteico de dietas basadas en pulpas o forrajes groseros, utilizando generalmente 1 Kg de vinazas concentradas al 70% de MS en ganado vacuno.

#### 4.3. Subproductos de harineras

En el proceso de la molienda aparecen como subproductos del trigo y otros cereales panificables los salvados (grueso y fino) y germen que por su composición y valor nutritivo se viene desde siempre utilizando en la alimentación de los animales. Una clasificación exhaustiva de estos subproductos comprendería: salvado, salvadillo o moyuelo (pardos y blancos), germen, harinas morenas y harinas bajas.

La composición química media de estos productos tomada de PRIMO YUFERA (1979) es la siguiente:

	<u>Salvado</u>	<u>Germen</u>
Proteína .....	15	28
Lípidos .....	5	12
Celulosa .....	22	8
Hidratos de carbono .	64	45
Minerales .....	6	5

Esta composición varía según la calidad del trigo o del cereal de donde proceda, el sistema de molturación y el rendimiento en harina.

El salvado tiene un valor nutritivo en energía metabolizable del 10,0 MJ/Kg MS, y un contenido proteico elevado que lo hacen interesante en la fabricación de piensos, junto con su baja densidad que aumenta el volumen de los mismos.

En cuanto al germen de trigo es un concentrado proteico (27,5%), abundante en grasa (11,2%) y en vitaminas liposolubles especialmente tocoferoles y carotenos, así como vitaminas del grupo B, particularmente B<sub>1</sub>. Su proteína, principal motivo de su empleo contiene un 0,45 y 1,60% de metionina y lisina respectivamente como porcentajes de este subproducto.

#### 4.4. Subproductos del arroz

España en 1978 dedicó a este cereal 72.974 Ha con una producción en grano de 440.419 Tm (MAPA, 1984).

De los subproductos del arroz los de mayor interés son el salvado con o sin germen y la cascarilla, siendo el primero destinado a piensos de calidad (PRIMO YUFERA, 1979) con un elevado contenido en grasa (17%) (TORTOSA y BENEDITO, 1977) y elevada calidad de su proteína (14,5%) con un valor biológico de 79,2 (VARELA y ESCRIVA, 1977). En cuanto al segundo el subproducto más abundante de la industria arrocera, (20% del grano) es de escaso valor nutritivo, sobre el que en la actualidad se están realizando una serie de tratamientos físico-químicos y microbiológicos al fin de poder mejorar su aprovechamiento. Sobre estos subproductos han realizado una destacada labor el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos de Valencia, existiendo una abundante documentación en su revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos.

RONDA LAIN y SOTO (1965) estudiaron la composición, aminogramas y calidad proteica de diferentes subproductos del arroz destinados a la alimentación animal.

#### 4.5. Subproductos de la fabricación de almidones y féculas

En la fabricación del almidón aparece como residuos de fabricación el "glúten de maíz" o "sémola de gluten de maíz" formado por glúten, germen, almidón y materias minerales. Tiene un contenido en proteína del 21 al 23%, en extracto etéreo del 1 al 3%, fibra bruta del 6 al 8% y MELN entre el 50 y 54%, considerándose en la industria de los piensos como un componente apreciado en sus formulaciones.

Cuando se producen almidón, glucosa y dextrina por molturación húmeda del maíz aparece un gluten con un elevado contenido proteico rico en proteína no degradable en el rumen y un valor nutritivo en EM de 14 MJ/Kg de MS, formado principalmente por el gluten con escasos residuos de almidón y otras fracciones. Junto con ello tiene interés su empleo como fuente de carotenos y pigmentos amarillos, dependiendo estos del tipo de maíz empleado, por lo que el glúten de maíz amarillo tiene indicación en piensos para avicultura.

Su proteína dada las limitaciones en triptófano y lisina, necesita de una complementación, y por eso se ha denominado a este subproducto "proteína de calidad media".

En cuanto a los subproductos de la fabricación de féculas, tiene interés en nuestro país la pulpa de patata, obtenida en el raspado y triturado de la patata, operación que facilita la liberación de los granos de fécula. Su composición señala un contenido en MS del 14%, estando formada dicha materia seca por el 77,9% de MELN; 12,8% de fibra bruta; 5% proteína% 0,7% grasa y 2,6% de minerales, composición que señala su elevada digestibilidad.

#### 4.6. Subproductos de la industria cervecera

El principal subproducto de la fabricación de la cerveza es el bagazo, cuya importancia en nuestro país es destacada ya que se obtienen más de 370.000 Tm, (DELTORO y MARTINEZ PASCUAL, 1981c) sobresaliendo su contenido proteico, alrededor del 25% (en MS) y elevado nivel de proteína no degradable en el rumen, producido a lo largo del año y con aumentos importantes entre los meses de Mayo a Septiembre y con la problemática de su alto contenido en humedad, conservación y transporte.

Se ha utilizado en la alimentación de aves (DELTORO y FERNANDEZ CARMONA, 1981a y b; LLOPIS y col., 1981) del ganado ovino (SANCHEZ VIZCAINO y col., 1974b; FONOLLA y col., 1984) en el cerdo (LLOPIS y col., 1979), en conejos (ESCANDON, 1983), en ratas valorando la calidad biológica de su proteína (BOZA, 1978). Un estudio sobre la influencia de los procesos de secado sobre la composición de este recurso fue elaborado por DELTORO y MARTINEZ PASCUAL (1981c). Se utiliza en fresco o ensilado preferentemente en la alimentación del ganado vacuno y otros herbívoros, y desecado en la alimentación de monogástricos.

La composición del bagazo o pulpa de cervecería depende del método seguido en la elaboración del método seguido en la elaboración de mosto, técnicas de filtrado y, sobre todo, de la calidad de los cereales y mal-

ta empleadas. En general la composición en MS del bagazo es: proteína bruta, 20,7 a 29,7%; extractivas al eter, 6,7 a 11,3%; fibra bruta, 14,7 a 20,2%; MELN, 37,9 a 44,0% y minerales, 3,4 a 4,7% (BOZA, 1978; LUQUE y MURILLO, 1971; LLOPIS y col., 1979; ESCANDON, 1983). Su valor energético se cifra en 10,3 MJ de EM/Kg de MS.

También como subproducto de la industria cervecera aparece el "caldo de levadura de cerveza" (CLC), líquido compuesto por levaduras (Saccharomyces uvarum var. carlsbergensis), suspendidas en cerveza no suficientemente clarificada y por tanto no útiles para el consumo humano. Su contenido en humedad es alto (10 a 20% MS) y en la materia seca destaca el nivel de proteína (30 a 40%), siendo fuente de vitaminas del grupo B.

Actualmente el CLC se suministra a las explotaciones pasteurizado, requiere tanques isoterms para su transporte y manejo en granja.

Sobre la utilización de este subproducto en la alimentación animal el Instituto de Alimentación y Productividad Animal de Madrid desarrolló un amplio plan de investigación que se resumió en las publicaciones de OCIO y VIÑARAS (1974), ZAERA y colaboradores (1974), OCIO y VIÑARAS (1975), VIÑARAS y OCIO (1975) y GOMEZ y colaboradores (1976), utilizándolos en la alimentación de ratas, aves de carne, cerdos y rumiantes. En el momento presente es un componente de las dietas para vacuno de leche muy estimado.

#### 4.7. Subproductos de la industria oleícola

En primer lugar destacan los procedentes de la extracción del aceite de oliva, que los encuadramos en orujos y pulpas de aceituna con niveles de producción en 1982 de 966.000 Tm (MAPA), que lo convierten en uno de los subproductos de mayor interés en España, máxime al tratarse de un monocultivo de las zonas oleícolas (alrededor de 2 millones Ha) muy desprovistas de ganadería y cuya correcta utilización podría tener un efecto favorable sobre la misma.

Son numerosísimos los trabajos realizados sobre su valor nutritivo y utilización por diversas especies (PIJUAN, 1960; BOZA, 1961; VARELA y col., 1962; HUESA y RAMOS, 1969; BOZA y col., 1970; VERA VEGA y col., 1977; ERASO y col., 1978a y 1978b; BARCO y ROCA, 1979; MOLINA y col., 1983b; NEFZAQUI y col., 1984; GOMEZ CABRERA y col., 1984 y 1985b; AGUILERA y MOLINA 1986b; AGUILERA y col., 1986a, entre otros) de orujos bruto y extractado, con hueso y deshuesado, así como el efecto que la granulación o el tratamiento químico con NaOH tienen sobre su valor nutritivo, subproducto sobre el que se tratará en esta Reunión por los Dres. Nefzaoui, Aguilera, Fiesta y Garrido.

Un nuevo subproducto de la industria olivarera, son las "melazas de aceitunas", resultantes de concentrar las aguas residuales de esta industria y cuya utilización terminaría con el grave problema de contaminación debido a los vertidos del alpechín a los ríos.

De la composición de este concentrado destacan su bajo nivel proteico que va de 2,6 a 4,4% y su alto contenido energético que oscila entre 17,9 y 21,8 MJ/de EB/Kg MS, así como el elevado contenido en potasio (5,6% MS), que al igual de lo que ocurre con las melazas de remolacha y caña de azúcar restringe su uso en las dietas de los animales a unos niveles adecuados.

Otro subproducto de interés en esta industria es la cascarilla de girasol obtenida además de la torta en la extracción de aceite de esta semilla, cascarilla que se emplea en la alimentación animal y como combustible. Del estudio de su composición destaca su elevado contenido en paredes celulares (74,2% FND) y un 21,7% de lignina con porcentajes en proteína bruta y extracto etéreo de 8,6 y 7,2% respectivamente. BOZA y colaboradores (1981a) estudiaron en ganado cabrío el uso de una dieta a base de cascarilla de girasol (75%) adicionada de melazas, biuret y minerales encontrando una digestibilidad de la MO del 47,5% y una energía metabolizable de 7,46 MJ/Kg de MS valores que se consideraron como muy aceptables, teniendo en cuenta la participación mayoritaria de la cascarilla en la dieta.

#### 4.8. Subproductos de plantas textiles

##### Algodón

De los subproductos del algodón, cuyo interés de uso en España viene avalado por las 60.300 Ha de cultivo, con una producción de semillas de 82.700 Tm (MAPA, 1984), de los que 80.962 Tm se destinan a la producción de aceite, es la torta de algodón (41.563 Tm en 1983), considerada un concentrado proteico ampliamente utilizado en alimentación animal desde hace muchos años (BOZA y col., 1966).

Más recientemente se está utilizando preferentemente en vacas de leche la semilla entera de algodón, procedente de las desmotadoras, verdadero concentrado energético (19 a 20% de extracto etéreo) y proteico (20% de proteína bruta) abundante también en proteína "by pass" con un contenido elevado en borras, fibra muy digestible. Este subproducto se está comportando como un buen componente de las dietas del ganado vacuno incrementando el contenido graso de la leche. Necesita en su almacenamiento y conservación tratamientos antiparasitarios. El poder disponer del mismo durante todo el año, lo hace muy apreciado en el sector vacuno lechero.

#### 4.9. Subproductos la industria de zumos y conservas de frutas y hortalizas

En general se trata de un grupo de subproductos poco conocidos por ganaderos e industria de piensos, con la salvedad de la pulpa de cítricos, debido especialmente a la deficiente información respecto a sus características, así como la ausencia de divulgación de su adecuada conservación y utilización.

Señalar que el volumen de estos residuos corre paralelo al de la producción de zumos y conservas cuyo consumo está en constante crecimiento, como consecuencia de cambios en los hábitos alimenticios que registran la presencia cada vez mayor en la dieta de estos preparados, así como el aumento de las exportaciones de los mismos, lo que permite

conferirle una importancia potencial como integrantes de raciones para el ganado.

El principal subproducto de este apartado es la pulpa de cítricos resultante de la extracción del zumo mediante prensado. La extensión de los cultivos de cítricos 245.806 Ha así como el destino de 427.000 Tm de sus frutos a la industria transformadora (MAPA, 1984), nos señala que aproximadamente y de acuerdo con CARPENA (1963), pueden suponer el 10% de los frutos. Como señalaron MARTINEZ PASCUAL y FERNANDEZ CARMONA (1978) no se encuentran cifras exactas de la producción de pulpa de cítricos, pero hacen una estimación para la naranja en base a datos del Anuario del Ministerio de Agricultura en unas 60-70 mil Tm, suponiendo un porcentaje del subproducto como el 60% del peso total de la naranja. MARTINEZ y MEDINA (1982) cuantifican el porcentaje de los residuos de naranja y satsuma en el 56 y 58% del fruto respectivamente.

MARTINEZ PASCUAL y FERNANDEZ CARMONA (1980b) analizaron la composición de ocho subproductos procedentes de variedades de naranjas en España, señalando que estaban formadas por 60-65% de cáscara o piel; 30 a 35% de pulpa y 0-10% de semillas.

El elevado valor nutritivo de estas pulpas deriva de su alto contenido en carbohidratos solubles que oscila de 37,5% dado por RAMALHO (1984) al 60-73% ofrecido por SANCHEZ VIZCAINO y colaboradores (1973), así como una buena calidad de la fibra que determinan la destacada digestibilidad de su materia orgánica con valores que fluctúan entre 73,8 a 93,1% según los investigadores citados, existiendo grandes oscilaciones debidas al origen y variedad del fruto de donde procedan, a los procesos de obtención y conservación de los residuos y a la metodología seguida en la realización de los ensayos.

En cuanto a la utilización en alimentación animal de las pulpas de cítricos GONZALEZ y colaboradores (1974) la ensayaron en cerdos; SANCHEZ VIZCAINO (1969 y 1973), SANCHEZ VIZCAINO y SMILG (1971b), MARTINEZ PASCUAL y FERNANDEZ CARMONA (1980b) en ovinos y MARTINEZ PASCUAL y FER-



NANDEZ CARMONA (1980) en conejos. La producción de carne estimada a partir de subproductos de naranja y satsuma (mandarina) fue descrita por MARTINEZ y MEDINA (1982), concretándola en la necesidad de 15 Kg de subproducto para producir 1 Kg de peso vivo.

La estacionalidad de su producción y las características de su composición que aseguran una buena conservación por ensilado (FERNANDEZ CARMONA y col., 1984), señalan la conveniencia de emplear este procedimiento para lograr su utilización de forma continuada a la largo del año en la alimentación del ganado.

En lo que respecta a la deshidratación, la calidad de este subproducto, indica la conveniencia de ese coste adicional, ya que ello permitiría la prolongación de su uso y la incorporación como materia prima en los piensos.

Como residuo de la obtención de aceites de semillas de cítricos aparece una torta, con un contenido abundante en proteína alrededor del 30% y de MELN próximas al 40% que se utiliza en la preparación de piensos compuestos, aportando junto a sus nutrientes cualidades aromatizantes de interés.

Otros subproductos importantes para la alimentación animal lo constituyen la pulpa de frutas que se obtienen de la fabricación de sidra, zumos o conservas, variando mucho su composición, aunque todas tienen abundante contenido en humedad y carbohidratos solubles.

Han sido diversos los estudios que se han realizado sobre el valor nutritivo de las pulpas procedentes de distintas frutas. SANCHEZ VIZCAINO (1969b) estudió los residuos del membrillo; MARTINEZ y MEDINA (1982) los desperdicios de la pera, que suponían el 35% del fruto; GASA (1984), dedicó parte de su tesis doctoral a la obtención del valor nutritivo para rumiantes de los principales subproductos de la industria conservera de frutas del Valle Medio del Ebro, y ALIBES y colaboradores (1984b) estudiaron la pulpa de manzana ensilada en la alimentación del ganado ovino.

Dada su importancia haremos algunos comentarios sobre pulpa de manzana. La producción de manzanas en España está próxima a las 10<sup>6</sup>Tm/año y una gran parte de la misma se destina a la fabricación de sidra o zumos de manzana, obteniéndose como subproducto la pulpa en una cantidad del 80-85% del fruto (ALIBES y col., 1984b). Su contenido en humedad está próximo al 75%, con un elevado contenido en carbohidratos solubles (50%) y fibra bruta (20%), y por el contrario es bajo el nivel de proteína bruta (7%) que es escasamente utilizada por el ganado.

Su elevado contenido en ácidos orgánicos (ácido málico) aconseja su neutralización, generalmente con carbonato cálcico (2%) que favorece la aceptación por los animales.

Dada la alta presencia de carbohidratos en esta pulpa, fermenta con rapidez lo que obliga a su conservación mediante el ensilado de la misma con la incorporación de cloruro sódico.

Fresco o ensilado se comporta como un buen alimento de volumen para el ganado vacuno lechero o de carne. Su contenido en alcohol estudiado por ALIBES y colaboradores (1984b) limitan las cantidades a emplear en las raciones.

Otro grupo de subproductos de interés en la alimentación animal está constituido por los procedentes de la industria conservera de hortalizas especialmente de tomate, pimiento, alcachofa, habas y guisantes verdes entre otras. La proporción de residuos es variable y va del 75% en el caso de la alcachofa, al 8% en el tomate cuando es al natural (MARTINEZ y MEDINA, 1982), pero que en general oscila entre el 50-60%.

La importancia que estos residuos pueden tener en la producción animal nos la da en primer lugar la superficie que España dedica a los cultivos originarios y el porcentaje creciente de sus frutos que destina a conserva.

## SUPERFICIE Y PRODUCCION DE HORTALIZAS EN ESPAÑA EN 1984

	<u>Ha</u>	<u>Miles Tm</u>	<u>Cantidades estimadas que van a conserva</u>
Tomate	65.107	2.510,8	877.000 Tm
Pimiento	27.360	631,1	101.300 Tm
Alcachofa	25.637	289,1	-
Habas verdes	17.231	127,7	-
Guisantes verdes	10.005	47,5	-

Fuente MAPA, 1984

Estos residuos están formados por pedúnculos, pieles, semillas, frutos dañados, y en algunos casos, como en el procedente del zumo del tomate, pulpa. Son recursos con baja cantidad de materia seca (10-20%), considerables niveles de carbohidratos solubles y proteína bruta, que se alteran rápidamente por lo que es necesario su conservación por deshidratación o ensilado.

Su composición nutritiva y digestibilidad de la materia orgánica de estos subproductos la resumimos en la siguiente tabla:

	<u>MS</u>	<u>PB</u>	<u>FND</u>	<u>FAD</u>	<u>LAD</u>	<u>EB(MJ)</u>	<u>DMO</u>	
Tomate	36,0	19,6	60,2	52,5	30,4	24,8	60,3	Ramalho, 1984
Pimiento	7,2	25,2	31,9	28,8	12,2	17,3	77,5	Ramalho, 1984
Alcachofa	-	13,0	-	-	-	-	75,1	S.Vizcaíno, 1968b
Habas verdes	-	18,6	46,9	27,7	4,6	18,6	69,2	Escandón, 1983
Guisantes verdes	-	16,9	-	-	-	-	75,6	S.Vizcaíno, 1968c

Los contenidos en proteína y energía, así como su alta digestibilidad de la materia orgánica, nos indican la conveniencia de su utilización tanto en fresco como conservados en la alimentación.

GUADA y colaboradores (1984) estudiaron el valor nutritivo de los subproductos de la industria conservera, destacando consumos voluntarios de 70, 76 y 34g de MS/KgP<sup>0.75</sup> para la alcachofa, guisante y pimiento en ganado ovino.

Han sido numerosos los trabajos realizados sobre el empleo de estos residuos en la alimentación del ganado: CARPENA y colaboradores (1967) estudiaron los residuos de las conservas de guisante en óvidos; ESCANDON (1983) la vaina de haba en ovinos y caprinos; FERNANDEZ CARMONA y colaboradores (1984) el ensilado de subproductos en rumiantes; GASA (1984) el valor nutritivo de la industria conservera de hortalizas y frutas del Valle Medio del Ebro; GUADA y colaboradores (1984) el valor nutritivo de los subproductos de la industria conservera; LOPEZ y colaboradores (1972) subproductos del pimentón; MARTINEZ y MEDINA (1982) estudiaron los subproductos de la industria conservera de la región de Murcia en la alimentación animal; RAMALHO (1984) subproductos de la industria conservera y su utilización en Portugal; SANCHEZ VIZCAINO y SANCHEZ VIZCAINO y colaboradores (1968a, 1968b, 1968c, 1969a, 1972b y 1974a) estudian diversos subproductos de la industria conservera murciana, entre otros muchos.

#### 4.10. Subproductos de la industria vitivinícola

El subproducto de la fabricación del vino, orujo de uva, es difícil de caracterizar por su composición heterogénea (escobajo, hollejo y pepita o granilla), por lo que los resultados de los ensayos de su utilización en alimentación animal son poco uniformes.

Está constituido el orujo de uva por un 20% de escobajo, 58% de hollejo y el 22% de granilla y aproximadamente se producen en cantidad de 30 Kg/Hl de vino, siendo la producción de vino nuevo en España de 4,8 millones de Tm (MAPA, 1984) podemos estimar la producción de este subproducto aproximadamente en 1,44 millones de Tm, que señala la importancia del mismo.

Su empleo en la alimentación animal viene de muy antiguo, recomendándolo COLUMELA (42. d.C.) mezclado con paja "porque pone a los bueyes lustrosos, alegres y corpulentos", utilizándose actualmente en la alimentación de rumiantes y equidos, así como en la cría de cerdos, preferentemente desprovisto del escobajo y la granilla. Esta última, se separa en la actualidad para extraerle su aceite.

La composición del orujo integral fresco es la siguiente: 40,5% de materia seca; 4,7 de proteína; 4,1 de extracto etéreo; 10,3 de fibra; 18,3% de MELN y 3,1 de minerales.

Dado que el escobajo es difícil de digerir por su elevado contenido en lignina y en taninos, se recomienda en alimentación animal utilizar orujos desprovistos de escobajo. Los orujos agotados desprovistos de escobajo ofrecen una más aceptable composición nutritiva, que en sustancia fresca es aproximadamente la siguiente: materia seca 39,5%; proteína bruta 5,4; extracto etéreo 2,8; fibra bruta 9,3; MELN 16,9 y minerales 5,1%.

Como características nutricionales de este residuo señalar su abundancia en carbohidratos solubles; su proteína de muy baja calidad debido a que su nitrógeno está en su mayor parte ligado a la pared celular e

influenciado por la presencia de compuestos fenólicos y que los orujos con granilla tienen un elevado nivel de lignina.

SANCHEZ VIZCAINO y SMILG (1971a) utilizaron orujo desprovisto de escobajo o "raspajo" en la alimentación de ovino. Este orujo mostró la siguiente composición: proteína bruta del 11,79%; extracto etéreo 10,95%; fibra bruta 26,33%; MELN 45,66% y cenizas 5,27%; su contenido en lignina era del 12,75% y obtuvieron coeficientes de digestibilidad de la materia orgánica y proteína de 32,2 y 21,7 que ponen de manifiesto las limitaciones de este recurso.

LUQUE y MURILLO (1971) estudiaron la composición y la utilización del hollejo de uva y BAYON (1971) el empleo de la granilla procedente de la extracción de aceite en la alimentación animal, indicándose que esta última podría utilizarse como diluyente de piensos concentrados.

#### 4.11. Subproductos de frutos secos

Dentro de este apartado merece destacarse la envoltura carnosa de la almendra (exocarpio y mesocarpio del fruto de Amygdalus communis), subproducto que tiene una considerable importancia en España y en nuestra región, ya que España y Granada dedican a su cultivo 570.109 y 49.350 Ha (MAPA, 1984) respectivamente, y de las que se obtienen alrededor de 90.000 Tm de materia seca de este subproducto en España (ALIBES y col., 1979).

De la composición de este residuo destacan su contenido en proteína bruta 3,8-13,8%; grasa 2,8-3,6%; fibra bruta 12,5-12,8%; MELN 65,4-69,8%; minerales 5,9-11,9%; FND 26,6; lignina ácido detergente 16,3 y energía bruta 18,39 MJ/Kg MS, (ESCANDON, 1983).

ALIBES y colaboradores (1979) muestran diferencias debidas a la variedad de almendra, modo de conservación y, sobre todo, al grado de contaminación con suelo o con cáscara leñosa.

Es un subproducto utilizado en la alimentación de los rumiantes, siendo la capacidad de ingestión del mismo el factor que determina, en

principio, su valor nutritivo (ESCANDON, 1983), habiéndose estudiado su utilización en ovinos, caprinos y conejos, (ALIBES y col., 1979; BOZA y col., 1984 y SANZ SAMPELAYO y col., 1985).

Otro residuo de los frutos secos es la cáscara del cacahuete (Ara-chis hypogaea) leguminosa cultivada en clima templado preferentemente en el levante español. La cáscara representa el 27% del peso total del cacahuete y ofrece una composición en la que destaca su contenido en fibra 78,2% y un bajo nivel de proteína 6,6% que fue estudiada en la alimentación de ganado ovino (BOZA y col., 1969), siendo uno de los desechos agroindustriales que pueden emplearse como diluidores de alimentos concentrados.

#### 4.12. Subproductos de proteínas foliares

El fraccionamiento de los forrajes en jugo y pulpa o turtó, permite la obtención de un extracto proteico de forrajes destinados a monogástricos y el resto a la alimentación de rumiantes.

El Profesor GALVEZ (1978) presentó en la 1ª Reunión de estas Jornadas un trabajo titulado: "Obtención y utilización de proteínas de hojas en la alimentación animal", donde estudiaba el proceso de fraccionamiento de dos forrajes, alfalfa y raygrass, que por la superficie que en España se dedican a su cultivo 321.019 y 60.810 Ha, respectivamente (MAPA, 1984) y sus elevados volúmenes de producción 13,9 y 2,0 millones de Tm en materia fresca, nos da idea de la importancia de estas forrajeiras y la potencialidad de aplicación de dicho procedimiento.

De los datos suministrados por GALVEZ (1978) nos encontramos con un jugo con 20 a 35% de proteína bruta, destacando sus altos niveles de lisina y aminoácidos azufrados y 0,2 a 0,5% de fibra y una pulpa con el 16 a 25% de proteína y del 20 al 35% de fibra. De los estudios de digestibilidad "in vivo" de la MO de alfalfa entera y de la pulpa deshidratada y prensada, se observan coeficientes que van del 56-62% para la alfalfa y de 57-62% para la pulpa, según cosecha, que señalan la buena utilización de este subproducto por los animales.

Los ensayos demostrativos de la utilización de jugo de forrajes en cerdos de 20 a 60Kg y de 50 a 105Kg, así como los de uso de pulpa fresca o ensilada en terneros y vacas de leche, comentadas en dicho trabajo, ponen de manifiesto el interés práctico y económico de la utilización por separado de estas dos fracciones de los forrajes.



## 5. RESIDUOS DE ORIGEN ANIMAL

### 5.1. Originados en las explotaciones: Deyecciones de aves y cerdos

RODRIGUEZ GUEDAS (1975) señaló que la utilización de excretas de animales como parte integrante de raciones para el ganado, especialmente para rumiantes, había sido intensamente investigada, y en un trabajo posterior SANZ SAMPELAYO y colaboradores (1978) nos hablan de su utilización en la alimentación de peces, ratas, aves, cerdos y rumiantes, trabajos que no sólo tratan del valor nutritivo de las excretas y efecto de las producciones animales, sino también de la posible toxicidad derivada de su empleo.

En la Estación Experimental Agrícola de León ha sido donde se realizaron la mayor parte de los estudios de la utilización de las excretas de aves en rumiantes (RODRIGUEZ GUEDAS, 1964; RODRIGUEZ GUEDAS y ZORITA, 1967; ZORITA y col., 1967; RODRIGUEZ GUEDAS, 1975) preferentemente en ganado vacuno y ovinos.

PEREZ CUESTA y colaboradores (1972) y FERNANDEZ CARMONA (1973, citado por SANZ, 1978) los han ensayado en ovinos y por último SANZ SAMPELAYO y colaboradores (1977 y 1978) y FONOLLA y colaboradores (1979) emplearon la gallinaza en conejos estudiando su digestibilidad, balance de nitrógeno y efecto sobre las distintas fracciones nitrogenadas del suero sanguíneo del conejo.

De la composición de la gallinaza destaca su abundante contenido en nitrógeno 3,37% con un equivalente en proteína bruta del 21,06% y en minerales 30,5% y una energía bruta de 14,2 MJ por Kg MS.

Como conclusión general de estos trabajos señalar que la sustitución de parte de la ración por gallinaza no provoca mejoras en el rendimiento nutritivo de dietas, pero si una disminución del costo de la misma.

Los niveles de utilización van del 25% de la dieta hasta el 80% del concentrado en rumiantes y del 10 y 20% en conejos.

En cuanto a las excretas de cerdos su composición señala un nivel de proteína bruta próxima al 20% con elevados contenidos en lisina, treonina e isoleucina, así como diversas vitaminas del grupo B.

La utilización de deyecciones de animales desecadas artificialmente para destruir la posible flora patógena se viene utilizando en piensos o dietas de los animales con relativa frecuencia, reciclado que además de evitar los problemas de eliminación, sobre todo en áreas muy pobladas, permite el contar con una fuente de nutrientes de bajo costo.

## 5.2. Subproductos de matadero

Otro apartado importante de los subproductos de origen animal son los procedentes de mataderos, por su volumen de producción que oscila del 25% del peso bruto del animal en los cerdos al 40% en los rumiantes (MADRID, 1979), existiendo diversas razones para el estudio y empleo de estos residuos, aparte del incremento del rendimiento económico de la producción cárnica y evitar el problema de la contaminación que origina la eliminación de los residuos, es contar con unas fuentes de energía, proteína y minerales de extraordinaria calidad.

Los subproductos más importantes de los mataderos con destino a la alimentación animal son: harinas de sangre, carne y hueso, residuos cárnicos para uso directo (dietas para animales de compañía), grasas y sebo, harinas de plumas, etc. De estos subproductos la harina de sangre (83-85% de PB) y harinas de carne (60-70% PB) se consideran concentrados proteicos de interés por su contenido aminoacídico, sobresaliendo los aportes de lisina y metionina. Las grasas y sebo se incorporan frecuentemente a piensos y dietas en las diversas especies para elevar el contenido energético de las mismas. Las harinas de hueso verde con gelatina o sin ella presentan niveles de Ca y P que van del 23 al 32% y del 10 al 14% respectivamente, que ponen de manifiesto el interés del uso de los mismos.

Sobre los subproductos de matadero son escasos los trabajos de los investigadores españoles a los que hemos tenido acceso (RUANO y col. 1963; MADRID, 1979 y MATA y col., 1983).

De su uso se desprende la necesidad del control microbiológico de las harinas de carne y hueso por las frecuentes contaminaciones que presentan.

## 6. SUBPRODUCTOS PROCEDENTES DE INDUSTRIA MADERERA Y PAPELERA

El primer subproducto de la industria maderera es la corteza de los árboles que algunas como álamos y chopos son consumidas por el ganado. Un ejemplo de ello lo tenemos en Granada con el cultivo del chopo (Populus canadiense) que ocupa 6.400 Ha (GUERRERO, 1982), y en la corta y monda de los palos de chopo, fase previa a la industrialización de la madera, se obtiene la corteza de estos árboles, llamadas "correas", que convenientemente troceadas se usan tradicionalmente en la alimentación de la cabra.

Como es lógico pensar su contenido en paredes celulares es muy elevado 74,3% con el 7,7% de lignina y niveles bajos de proteína bruta 6,8%. La ingesta voluntaria del este subproducto en la cabra es de 71,1 g MS/KgP<sup>0.75</sup>, con una digestibilidad de la materia orgánica del 58,4% y un valor nutritivo de 8,38 MJ de EM/Kgde MS (GUERRERO, 1982).

Otro subproducto de la madera es el serrín, que se utiliza en la alimentación animal especialmente como diluyente de piensos concentrados en los programas de libre consumo en rumiantes, en dietas de acabado en cerdos y aves, para obtener canales más magras y proteger a los animales de abscesos hepáticos o alteraciones del rumen durante el cebo, etc., ampliamente tratado en un trabajo anterior (BOZA y col., 1974).

BAYON (1978) estudió la utilización del serrín de pino en la alimentación animal y FONOLLA y colaboradores (1978) la del serrín de chopo. De este último trabajo se obtienen unos valores similares a los de pajas de cereales, teniendo presente su escasa digestibilidad (36,8% de la MO) y bajo contenido proteico (2,4%).

Un subproducto de la industria papelera, los lignosulfonatos, cuyo vertido es causa de la contaminación de los ríos, se utiliza como aglo-

merante de los piensos y cuya influencia sobre la digestibilidad, balance de nitrógeno y valor nutritivo de una dieta en pollos fue estudiada por PINTOR (1971).

## 7. RESIDUOS URBANOS: BASURAS Y AGUAS RESIDUALES

En el tratamiento integral de las basuras urbanas se recuperan determinadas fracciones orgánicas que pueden destinarse a la alimentación animal. Teniendo en cuenta que en España se recogen alrededor de 600 g de materia fresca por persona y día de residuos domiciliarios y de ellos del 30 al 60% son sustancias orgánicas (OCIO y col., 1976), es lo que en la actualidad le confiere un gran interés a este potencial para su adecuación y uso en la alimentación animal.

Estos residuos se suelen usar directamente después de un proceso de esterilización, o servir de sustrato para el crecimiento de larvas que enriquecen el medio en proteína y vitaminas y que previa esterilización usar en la alimentación animal.

Destaca de su composición su contenido en proteína bruta (15,3%), grasa (18,3%), MELN (56,5%) y cenizas (7,1%), siendo su destinatario preferentemente el cerdo.

Los restos de comidas fundamentalmente constituidos por sobras de pan, pastas, arroz, patatas, leguminosas, hortalizas, frutas, carnes y pescado, suelen tener un mayor valor nutritivo que los restos urbanos de las cocinas, pero su empleo está muy localizado en las proximidades de comedores colectivos, señalándose en la bibliografía consultada las necesidades de su esterilización por cocción. Su contenido proteico oscila de 13,9 a 17,5% sobre materia seca y con un contenido energético bruto de 19,5 a 23,8 MJ/Kg MS.

Por último, en la actualidad las aguas residuales de la industria agroalimentaria antes de su vertido, sufren un proceso de filtración y los lodos residuales pueden ser destinados previa esterilización a la alimentación animal o simplemente utilizarse como fertilizantes formando parte de compost de acuerdo con su potencial valor nutritivo.

## 8. LOS SUBPRODUCTOS COMO INTEGRANTES DE PIENSOS

En el Simposio sobre las consecuencias de la integración de España en la CEE en la fabricación de piensos compuestos, KINGMA (1985) señaló el interés de los subproductos de la industria alimentaria, cifrando su participación media en los piensos en un 17,6% con una tendencia a ir aumentando.

Concretamente la utilización de melazas, gluten de maíz, subproductos de cervecería, pulpa de remolacha han incrementado su participación en los piensos comunitarios en los últimos años, manteniéndose estables o con ligeras oscilaciones, salvados, pulpa de cítricos, orujos, desperdicios de frutas, entre otros, habiéndose empleado 19,9 millones de Tm de subproductos por la industria de piensos compuestos de la CEE en 1983 (RODRIGUEZ MOLINA, 1985).

El principal motivo de esta utilización ha sido el continuo aumento de los precios de los cereales que ha obligado a la industria de piensos europea a orientarse a otras fuentes de primeras materias, valorando al máximo los denominados "productos de sustitución de cereales" (PSC) y que incluyen a parte de la mandioca, productos de la industria agroalimentaria procedentes de harineras, de almidoneras (gluten de maíz de proteína media), de azucareras, destilerías, almazaras, productoras de fécula, industria cervecera, de zumos, elaboradoras de arroz, etc), productos impropios para el consumo humano y notablemente apreciados por la industria de piensos, pero cuya producción en Europa es insuficiente para cubrir la demanda existente, debiendo importar la mayor parte y siendo cada vez más difícil, ya que se está originando un mayor empleo de los mismos en sus países de origen (KLINCKHAMERS, 1985), lo que está obligando a la búsqueda de nuevas fuentes de nutrientes procedentes de otras industrias agroalimentarias y al empleo de residuos de cosechas tratados de mayor valor alimenticio, todo ello interrelacionado con subvenciones para el empleo de excedentes de trigo en piensos, que bajo esas circunstancias afecta a la utilización de ciertos subproductos en los piensos.

En 1984 PEREZ LANZAC y SEBASTIAN señalaron en la anterior Reunión de "Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal", las estrategias para la utilización de subproductos en los piensos compuestos.

En primer lugar es necesario un buen conocimiento del valor nutritivo de los mismos, teniendo en cuenta la gran diversidad que muestra un mismo subproducto, ya que sobre él puede incidir diferentes tecnologías que determinan cambios en sus características organolépticas, de composición, aceptación y disponibilidad de sus nutrientes.

A escala nacional es interesante encontrar nuevas fuentes de alimentos que permitan disminuir el alto grado de dependencia exterior, especialmente de proteína y energía, siendo evidente la escasa repercusión que en ello pueden tener los subproductos. No obstante, en piensos destinados a herbívoros (vacas, ovejas, cabras y conejos) tanto a nivel de sostenimiento como en lactación, se puede hacer uso de los subproductos y en mayor medida si estos han sido tratados física o químicamente para elevar su valor nutritivo.

Indiscutiblemente el aspecto económico derivado de su uso, y posibles ayudas o subvenciones de las Administraciones Estatales o Autonómicas, deben tener una favorable repercusión en el generalización del empleo de estos recursos.

De manera general señalar que existen una serie de subproductos usados generalmente en los piensos cuyas características y empleo han sido tratadas por diversos investigadores (BOZA, 1961; TORTOSA y BENEDITO, 1977; MADRID, 1979 y GAGO 1984) y sobre los que no vamos a insistir ya que este apartado se tratará "in extenso" por D. Daniel Piat en la presente Reunión.

## 9. EMPLEO DE SUBPRODUCTOS EN LOS SISTEMAS DE ALIMENTACION INTEGRAL

La utilización del sistema de alimentación integral en rumiantes, o dieta completa, que consiste en el suministro de una mezcla uniforme de alimentos, ha supuesto un avance en el campo de la producción

animal, que simplifica los procedimientos de la alimentación y disminuye la mano de obra, aumenta la ingesta y permite mayor variación de ingredientes alimenticios sin olvidar los principios esenciales de la nutrición que permitan altas producciones.

De acuerdo con OWEN (1981) este sistema provoca un mayor consumo de materia seca, lo cual permite emplear fuentes de energía más baratas. Hecho que permite la inclusión de estas dietas completas de subproductos, sustituyendo a concentrados o forrajes de acuerdo con su composición nutritiva.

En dietas completas destinadas al vacuno de leche, es frecuente la presencia de diversos subproductos como la semilla de algodón, envolturas de almendra, bagazo de cerveza, caldo de levadura de cerveza, pulpa de cítricos, de remolacha, frutas (pulpa de manzana), productos hortícolas (pulpa de tomate), cañote de girasol, gallinaza, gluten de maíz, zuros de maíz (como excipiente de correctores), salvados, orujos, ramones, coronas y hojas de remolachas, melazas, suero de queserías, subproductos de invernadero (plantas postcosecha), aparte de las harinas de tortas de oleaginosas y de origen animal, consideradas como concentrados (PIERA, 1988) presencia que tiene por objeto un aumento de oferta de ingredientes alimenticios y reducción del costo de la alimentación.

#### 10. Conservación y adecuación de los subproductos

Una de las limitaciones del empleo de algunos subproductos en la alimentación de los animales es su estacionalidad, con producciones de elevados volúmenes durante la campaña de recolección y procesado que no es capaz de consumir la ganadería y que sería necesario conservarlos al objeto de que no se degraden y poder suministrar dietas lo más uniformes posible a lo largo del año.

FERNANDEZ CARMONA y colaboradores (1984) al hablar de la conservación de subproductos agrícolas, señala que la variedad y diferencias en su composición no permiten generalizaciones, pues unos se recogen desecados, mientras otros tienen una cantidad de humedad exagerada y

cuya desecación al sol suele ser complicada e imperfecta, debido a la estructura del producto que no permite el paso del aire, como es el caso de la pulpa de cítricos o los residuos de la industria cervecera. En este caso son diversos los investigadores que han aconsejado el ensilado de los mismos, que evita el elevado costo de una deshidratación artificial que los haría inviables, desde el punto de vista de la alimentación animal, con la salvedad de aquellos que por su elevado contenido proteico permitiera su desecación artificial.

Se ha estudiado el ensilado de un elevado número de subproductos y entre ellos la pulpa de cítricos (MARTINEZ PASCUAL y FERNANDEZ CARMONA, 1978; CERVERA y col., 1982; FERNANDEZ CARMONA y col., 1984), pulpa fresca de alfalfa y raygrass (GALVEZ, 1978), pulpa de manzana (ALIBES y col., 1984b), cabo de caña de azúcar (LOPEZ AFAN, 1963; SANCHEZ y col. 1974 y BOZA, 1978), bagazo de caña de azúcar (MOLINA y col., 1983a), cañote de maíz (ALIBES, 1978).

En cuanto a la adecuación de los subproductos para su eficiente utilización por los animales, se debe señalar que de acuerdo con su naturaleza química necesita de la complementación de algunos nutrientes tales como fuentes de nitrógeno (urea, biuret, gallinazas, etc.), de carbohidratos solubles (melazas, pulpa de remolacha o cítricos, etc.) o de minerales.

Dado que en general, estos residuos tienen un bajo valor nutritivo y existe una absoluta necesidad de ensilarlos, es por lo que se está prestando una gran atención a los procedimientos que mejore la aceptación y la utilización digestiva y metabólica de ellos.

Los tratamientos mecánicos de picado, molienda o aglomeración facilitan la ingesta, aumentan la velocidad de tránsito del alimento a través del digestivo y al aumentar la superficie de contacto favorece el ataque o colonización de los microorganismos ruminales. Igualmente el tratamiento por vapor provoca el hinchamiento de las fibras facilitando el ataque microbiano de las mismas. Con respecto a los tratamien-



tos químicos que son los que han recibido mayor atención, brevemente los hemos expuesto en el apartado de pajas de cereales.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AGUILERA, J.F., BOZA, J., FONOLLA, J. y ESCRIVA, J. 1971 .-Experiencias de utilización de dietas con melaza en cerdos en crecimiento cero. Rev. Nutr. Animal, 9, 139-144.
- AGUILERA, J.F. y MOLINA, E. 1986b .-Valorisation nutritive d'un grignon d'olive traite á la soude. Ann. Zootech., 35, 205-218.
- AGUILERA, J.F., MOLINA, E. y BOZA, J. 1986a .-Nutritional properties of olive residue. Proceedings of the International Symposium on olive by-products valorization. Sevilla. 447-471.
- AGUILERA, J.F. 1987 .-Improvement of olive cake and grape by-products for animal nutrition. En "Degradation of lignocellulosics in ruminants and industrial processes". J.M. van der Meer, B.A. Rijkens y M.P. Ferranti ed. Proceedings of a COST 84-bis Workshop. Lelystad. Marzo 1986. Elsevier Applied Science. Londres y Nueva York.
- ALBERTI, P. 1985 .-Efecto del nivel de implementación en el cebo de terneros con paja tratada con amoníaco. I Jornadas sobre producción animal. ITEA extra 5, 213-215.
- ALBERTI, P., SANUDO, C. y LAHOZ, F. 1987 .- Calidad de la canal y de la carne de terneros alimentados con paja de cebada tratada con amoníaco y acabado en pastoreo. ITEA 18, 53-60.
- ALIBES, X., 1978 .-Algunos aspectos para la utilización del cañote de maiz como fuente de energía para rumiantes. En Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal. ETSIA. Córdoba, 129-153.
- ALIBES, X., MAESTRE, M.R. MUÑOZ, F. y RODRIGUEZ, J. 1979 .-Valor alimenticio de la envoltura carnosa (exocarpio y mesocarpio) de la almendra (prunus amygdalus, . Batsch) en rumiantes y niveles de suplementación en nitrógeno. IV Jornadas Cientificas de la S.E.O. Zaragoza, 225-235.
- ALIBES, X., MUÑOZ, F., MAESTRE, M.R. y RODRIGUEZ, J. 1981 .-Ensilado de cañote de maiz tratado con álcali. Evaluación "in vivo" utilizando diferentes suplementos. Anales INIA, serie Granadina, 13.
- ALIBES, X., MUÑOZ, F. y FACI, R. 1982a Una nota sobre el empleo del amoníaco anhidro como mejorador de la calidad nutritiva de las pajas de cereal ITEA. Extra, 1, 249-255.
- ALIBES, X., MUÑOZ, F., FACI, R., PEREZ-LANZAC, J. y GONZALEZ, A. 1982b .-Valor alimenticio para rumiantes de la hoja seca de olivo. XX Reunión Científica de la S.I.N.A. Zaragoza. 10pp.
- ALIBES, X., MAESTRE, M.R., MUÑOZ, F., CONSELLA, J. y RODRIGUEZ, J. 1983. Nutritive value of almond hulls for sheep. Anim. Feed Sci. Technol., 8, 63-68.

- ALIBES, X., MUNOZ, F., FACI, R. y BERGE, PH. 1984a .-El tratamiento con amoníaco anhídrico como vía para potenciar el uso de residuos fibrosos en la alimentación animal. En Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal II. Universidad de Córdoba, 123-136.
- ALIBES, X., MUNOZ, F. Y RODRIGUEZ, J. 1984b .-Feeding value of apple pomace silage for sheep. Anim. Feed Sci. Technol., 11, 189-197.
- ALIBES, X., 1987 .-Residuos lignocelulósicos en alimentación animal. Reunión CSIC. Caja Ahorros de Salamanca. 18-19 Noviembre. Salamanca.
- ALVIRA, P., REBOLE, A. y GONZALEZ, G. 1983 .-Valoración química-bromatológica del sarmiento de vid. AYMA, 24, 472-478.
- ALVIRA, P. y REBOLE, A. 1987 .-Efecto del tratamiento con hidróxido sódico sobre la composición químico-bromatológica del sarmiento de vid. VII Cong. Nacional Química. Química Agrícola Alimentaria, 2. Sevilla.
- BALCELLS, J., CASTRILLO, C., GUADA, J.A. y FONDEVILLA, M. 1987 .-Efecto de la dilución con paja de dietas destinadas al engorde de corderos sobre la ingestión voluntaria y el ritmo de ganancia de peso. ITEA, extra 7, 153-155.
- BARCO, A. y ROCA, R. 1979 .-Estudio de la utilización del orujo de aceituna deshuesado y desengrasado en raciones de terneros y vacas de leche. AYMA., 20, 327-330.
- BATH, D.L. 1981 .-Feed by-products and their utilization by ruminants. En Upgrading residues and by-products for animals. Ed. Huber, J.T. CRC Press, 2.
- BAYON, D. 1971 .-La harina de granilla de uva en la alimentación de rumiantes. AYMA, 12, 7-18.
- BAYON, D. 1978 .-Serrín de Pino. En Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal. ETSIA. Córdoba, 154-164.
- BETLLORI, P. 1971 .-Estudio del esqueje de clavel en la producción de carne de conejo. Tesis doctoral. Universidad Complutense Madrid.
- BLAIR, R. 1974 .-Utilization of wastes and by-products in animal feed. Feedstuffs, 46, 19-24.
- BLAS de J.C., BUXADE, C. y CARABANO, M.J. 1984 .-Dependencia exterior de la ganadería española. Situación actual y perspectivas. En Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal II Universidad de Córdoba, 9-24.
- BOZA, J. 1961 .-Experimentos de digestibilidad en cerdos retintos de tipo ibérico. Anal. Edaf. Agrobiol. 20, 337-365.
- BOZA, J., VARELA, G., FONOLLA, J. y RODRIGUEZ, C. 1966 .-Influencia de las pajas de habas y trigo sobre la digestibilidad y valor nutritivo de la harina de semilla de algodón. Rev. Nutr. Animal, 3, 191-196.
- BOZA, J., FONOLLA, J., ESCRIVA, J. y VARELA, G., 1969 .-Estudio de la cáscara de cacahuete en la alimentación de los rumiantes. AYMA, 10, 787-790.

- BOZA, J., FONOLLA, J. y AGUILERA, J. 1970 .-Aprovechamiento de subproductos agrícola-industriales en la alimentación del ganado ovino. Estudio de dietas a base de orujo y melazas. Rev. Nutr. Animal, 8, 13-22.
- BOZA J., FONOLLA, J., AGUILERA, J., SANCHEZ. E. y RUEDA, C.M. 1974 .-Digestibilidad y valor nutritivo de algunos subproductos en rumiantes. III Reunión Nacional Centros Investigación Ganadera CSIC. Córdoba.
- BOZA, J., 1978 .-Utilización de bagazo de cerveza y cabo de caña de azúcar en la alimentación animal. En Nuevas fuentes de alimentación para la producción animal. ETSIA. Córdoba, 239-255.
- BOZA, J., GUERRERO, J.E., AGUILERA, J. y ESCANDON, V. 1981a .-Estudio de la cascarilla de girasol (*helianthus annus*) en la alimentación del ganado cabrío . AYMA, 22, 305-307.
- BOZA, J. y GUERRERO, J.E. 1981b .-Valeur alimentaire de quelques sous-produits agricoles pour la chèvre. Symp. Int. Nutrition et Systemes d' alimentation de la chevre. ITOVIC-INRA. Tours. Vol. II, 635-642.
- BOZA, J., GUERRERO, J.E. y AGUILERA, J.F. 1982a .-Ensayos de valoración láctea de dietas en cabras granadinas. ITEA extra 1, 209-213.
- BOZA, J., MOLINA, E., GUERRERO, J.E. y AGUILERA, J.F. 1982b .-Estudio de la fracción fibrosa en la alimentación de los rumiantes. Anal. Edaf. Agrobiol., 41, 1063-1084.
- BOZA, J., MUÑOZ, F., GUERRERO, J.E. y AGUILERA, J.F. 1983 .-Utilización del cañote de girasol en la alimentación del ganado cabrío. AYMA, 24, 109-112.
- BOZA, J., FONOLLA, J., AGUILERA, J., SANZ, R., MOLINA, E., GUERRERO, J., ESCANDON, V., PRIETO, C. y MUÑOZ, F. 1984 .-Subproductos de Andalucía. Aprovechamiento por distintas especies. En Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal. II. Universidad de Córdoba, 25-51.
- BOZA, J., SILVA, J. y AZOCAR, P. 1985 .-Recursos alimenticios en zonas áridas. Simp. Int. Sobre la explotación caprina en zonas áridas.
- BOZA, J., MUÑOZ, F.J., AGUILERA, J.F. y MOLINA, E. 1987 .-Valoración nutritiva del cañote de girasol (*helianthus annus* L.) tratado con hidróxido sódico en ganado cabrío. Arch. Zootec., 36, 253-259.
- CANEQUE, V. y LAUZURICA, S. 1987 .-Sustitución de cereales por pajas tratadas con sosa en piensos para engorde intensivo de corderos. ITEA, 18,23-29.
- CARPENA, O. 1963 .-Industrialización de agrios. Conferencias técnicas de FICA. Murcia.
- CARPENA, O., SANCHEZ-VIZCAINO, E. y LLORENTE, S. 1967 .-El subproducto industrial del guisante en la alimentación de óvidos. XXXIII Cong. Int. Química Industrial. Madrid, 1, 189-193.
- CASTRILLO, C., GASA, J. y GUADA, J. 1981 .-Estimación de la digestibilidad de heno y pajas mediante el tratamiento con líquido de rumen-pepsina o pepsina-celulasa. VI Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia. Talavera de la Reina, 171-178 (aparecidas volumen de VII Jornadas de la SEO).

- CASTRILLO, C., GASA, J., GUADA, J.A., SANCHEZ, A. y MUÑOZ, F. 1985 .-Utilización de enzimas celulolíticas para la predicción de la digestibilidad de la materia orgánica de las pajas. ITEA extra, 5, 159-162.
- CERVERA, C., MARTINEZ, J. y FERNANDEZ CARMONA, J. 1978 .-Digestibilidad y energía de la hoja de naranjo para el conejo. Proc. III Simp. Cunicola, 39-45. Valencia.
- CERVERA, C., FERNANDEZ CARMONA, J., GALLEGO, L. y MARTINEZ, J. 1982 .-Utilización del ensilado de pulpa de cítricos en ovejas durante el periodo de ordeño. ITEA. Extra 1.214-219.
- CEYRAC, F. 1985 .-Citado por Kingma.
- CIVANTOS, L. 1981 .-Aprovechamiento de ramones y leña en el olivar. Agricultura 585, 180-181
- COLUMELA, L.J.M. 1979. Los doce libros de Agricultura. Tomo I, Libro VI Capítulo III, 240. Resma. Santander.
- DELTORO, J. y FERNANDEZ CARMONA, J. 1981a .-Evaluation of brewer's dried grains in the diets of broilers chickens. Anim. Feed Sci Technol 6, 169-178.
- DELTORO, J., FERNANDEZ CARMONA, J. y MARTINEZ, J.L. 1981b .-Evaluation of brewer's dried grains in the diets of laying hens. Anim. Feed Sci. Technol., 6, 169-178.
- DELTORO, J. y MARTINEZ, J.L. 1981c .-Influence of the drying on the composition of brewer's dried grains. Anim. Feed Sci. Technol. 6, 163-168.
- ERASO, E., OLIVARES, A. y GOMEZ, A. 1978a .-Utilización de pulpa de aceituna en alimentación animal. En Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal. ETSIA. Córdoba, 24-45.
- ERASO, E., GARCIA DE SILES, J.L., MILLAN, T., MARTINEZ, J.L. y MAGALLANES, M. 1978b .-Efecto de la adición de pulpa de aceituna a la ración de corderos en crecimiento. II Características cualitativas de la canal. ITEA, 30, 68-72.
- ESCANDON, V. 1983 .-Utilización de subproductos agrícolas e industriales en la nutrición de animales herbívoros. Diferencias interespecíficas observadas.-Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- FACI, R., MUÑOZ, F., BERGE, Ph. y ALIBES, X. 1985 .-Tratamiento químico de pajas de cereal a partir de diferentes fuentes de nitrógeno. I Jornadas sobre producción animal. ITEA extra 5, 152-154.
- FAO. 1978 .-Bibliografía de residuos agrícolas, pesqueros, forestales y de las industrias afines. Boletín de los Servicios Agrícolas, nº 35, Roma.
- FEEDSTUFFS. 1988 .-Volumen 60, Nº 5.
- FERNANDEZ CARMONA, J. y GREENHALGH, J.F.D. 1972 .-The digestibility and acceptability to sheep of chopped or milled barley straw soaked or sprayed with alkali. J. Agric. Sci. Camb., 78, 477-485.

- FERNANDEZ CARMONA, J., CERVERA, C. y MARTI, J. 1984 .-Ensilado de subproductos. En Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal II. Universidad de Córdoba, 165-198.
- FONOLLA, J., SANZ SAMPELAYO, R. y PRIETO, C. 1979 .-Estudio de distintas fracciones nitrogenadas en suero y excretas de conejos alimentados con una dieta adicionada de gallinazas. AYMA, 19, 61-64.
- FONOLLA, J., RUEDA, C.M. y BOZA, J. 1978 .-Digestibilidad y valor nutritivo del serrín de Populus Canadiense en óvidos. XX Congreso Mundial Veterinaria. Tesalónica, 414.
- FONOLLA, J., SANZ SAMPELAYO, R. y ESCANDON, V. 1984 .-Utilización de subproductos agrícolas industriales en la alimentación de animales herbívoros. II Bagaso de cerveza. AYMA, 24,471.
- GAGO, A. 1984 .-Industrialización y comercialización de subproductos. En Nuevas fuentes de alimentación para la producción animal. Universidad de Córdoba, 244-253.
- GALAN, F., APARICIO, F. y VERA y VEGA, A. 1981 .-Comparación de las hojas de olivo desecadas con el heno de alfalfa como forraje complementario de la ceba de corderos con concentrados. AYMA, 22, 203-205.
- GALVEZ MORROS, J.F. 1978 .-Obtención y utilización de la proteína de hojas en la alimentación animal. En Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal. ETSIA. Córdoba. 68-128.
- GASA, J. 1984 .-Valor nutritivo para los rumiantes de los principales subproductos de la industria conservera de hortalizas y frutas del Valle Medio del Ebro. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.
- GASA, J., GUADA, J. y CASTRILLO C., 1986 .-Valor energético y proteico para rumiantes del subproducto del cultivo de la coliflor. ITEA, 17,57-67.
- GOMEZ, J.P., GONZALEZ, V. y ZAERA E. 1976 .- El caldo de la levadura de cerveza en la alimentación de rumiantes. Rev. Nutr. Animal, 14, 205-213.
- GOMEZ CABRERA, A. 1979 .-Mejora del valor nutritivo de subproductos agrícolas. Comunicaciones INIA, Ser. Prod. Anim. nº 4, 63pp.
- GOMEZ CABRERA, A., PERELLADA, J., GARRIDO, A. y OCAÑA, F. 1982 .-Utilización del ramón de olivo en la alimentación animal. 2. Valor alimenticio. AYMA, 22, 75-77.
- GOMEZ CABRERA, A., OLIVARES, A., GARRIDO, A., GARCIA DE SILES J.L. y GUERRERO, J.E. 1984 .-Características bromatológicas y utilización en alimentación animal de orujos y pulpa de aceituna. En Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal II Universidad Córdoba, 67-94.
- GOMEZ CABRERA, A. y VAN DE MEER, J. 1985a .-Velocidad de degradación de la paja de cebada. Efecto de la variedad y del tratamiento con anoniaco ITEA extra 5, 149-151.
- GOMEZ CABRERA, A., OLIVARES, A., GARRIDO A. y ALDABA, A. 1985b .-Estimación del valor nutritivo del orujo de aceituna. ITEA extra 5, 170-172.
- GONZALEZ, G. y ZORITA, E. 1956 .-Experimentos de alimentación con ovidos. An. Edafol. Agrobiol., 15, 661-684.

- GONZALEZ, A., BOZA, J. y AGUILERA, J. 1974 .-Ensayos de utilización de pulpa de limón en la alimentación del cerdo. Rev. Agroquím. Tecn. Alim., 14, 615-619.
- GONZALEZ, R. 1978 .-Valor nutritivo de la paja de cereal y su mejora mediante tratamiento con alcalí. En Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal. ETSIA. Córdoba, 165-215.
- GREENHALGH, J.F.D. 1976 .-The dilemma of animal feeds and nutrition. Animal Feed Sci. Technol., 1, 1-7.
- GUADA, J.A., GASA J. y CASTRILLO, C. 1984 .-Valor nutritivo de los subproductos de la industria conservera. En Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal II. Universidad de Córdoba, 115.
- GUEDAS, J.R. Y ZORITA, E. 1972 .-Digestibilidad y valor nutritivo de la paja de alholvas (*Trigonella foenum graecum* L.) AYMA, 13, 639-644.
- GUERRERO, J.E. y BOZA, J. 1981 .-Utilización de una dieta a base de cañote de maíz por la cabra de raza granadina. Arch. Zootec., 30, 289-296.
- GUERRERO, J.E. 1982 .-Estudio de la alimentación del ganado cabrío. Tesis doctoral. ETSIA. Universidad de Córdoba.
- GUERRERO, J.E. y BOZA, J. 1983 .-El ramón de encina en la alimentación del ganado cabrío. 24, 287-289.
- HERRERA de A. 1981 .-Agricultura General. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Agricultura y Pesca. Madrid.
- HUESA, J. y RAMOS. F. 1969 .-Aplicaciones del orujillo de aceituna. Grasas y aceites. 20, 4.
- JUNTA DE ANDALUCIA. 1985 .-Anuario estadístico de Andalucía. Servicio de Estadística. Consejería de Economía y Hacienda. Sevilla. p.497.
- KINGMA, G. 1985. F.E.F.A.C. 25 años al servicio de la industria europea de la alimentación animal. Symposium sobre las consecuencias de la integración de España a la CEE en la fabricación de piensos compuestos. Madrid.
- KLINCKHAMERS, A.P. 1985 .-Empleo de los subproductos en el marco de la política agrícola común e importancia estratégica de compras. Symposium sobre las consecuencias de la integración de España a la CEE en la fabricación de piensos compuestos. Madrid.
- LOPEZ GRANDE. F., VARELA, G. y BOZA, J. 1962 .-Valor leche de algunos alimentos de volumen en la cabra de raza granadina AYMA, 3, 293-296.
- LOPEZ AFAN, J. 1963 .-Digestibilidad y valor nutritivo en óvidos de ensilados de cabo de caña y cabezas de remolacha azucarera. Tesis doctoral. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada.
- LOPEZ, M.A., ESCRIVA, J. y BOZA, J. 1972. Experiencias de palatabilidad de los subproductos del pimentón en la alimentación de los óvidos. Rev. Nutr. Animal, 10, 57-67.
- LUQUE, J.A. y MURILLO, A. 1971 .-Sobre el valor biológico de proteínas de algunos subproductos de origen vegetal. Rev. Nutr. Animal, 9, 145-151.

- LLONA, J. 1961 .-Los subproductos de lechería en la alimentación del cerdo. Avances en Alimentación Animal, 2, 333-338.
- LLONA, J. 1966 .-Los subproductos de matadero de aves en la alimentación del visón. AYMA, 7, 889-891.
- LLOPIS, J., BOZA, J. y ACOSTA J. 1977 .-Estudio de la calidad nutritiva de la proteína de distintas fracciones del bagazo de cervecería. XVI Cong. Nacional Sociedad Española Ciencias Fisiológicas. Barcelona. Nº 137.
- LLOPIS, J. BOZA, J. y GONZALEZ, A. 1979 .-Estudio de la adecuación del bagazo de cerveza en alimentación animal. Experiencias de digestibilidad en cerdos de dietas conteniendo bagazo y soja. Ars Pharm. 20, 377-383.
- LLOPIS, J., BOZA, J., GONZALEZ, A. y LUQUE, J.A. 1981 .-Etude des possibilités d'emploi de la dreche de brasserie dans l'alimentation des monogastriques. I. Experiences chez des rats et des pulets. Ann. Zootechnie, 30, 77-85.
- MADRID, A. 1979 .-Aprovechamiento integral de subproductos de matadero. Edita. G.D.A. Asociados. Madrid.
- MAPA. 1983-1984 .-Anuario de Estadística agraria . Secretaría General Técnica Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MARTINEZ, A. y MEDINA. M. 1982 .-Contribución al estudio de los subproductos de la industria conservera de Murcia en la alimentación animal. Arch. Zootec., 31, 155-169.
- MARTINEZ PASCUAL, J. y FERNANDEZ CARMONA, J. 1978 .-Utilización de la pulpa de cítricos en alimentación animal. En Nuevas fuentes de alimentación para la producción animal. ETSIA. Córdoba, 46-67.
- MARTINEZ, PASCUAL, J., FERNANDEZ CARMONA, J. 1980 .-Citrus pulp in diets for fattening rabbits. Anim. Feed. Sci. Technol 5, 23-31.
- MARTINEZ PASCUAL, J. y FERNANDEZ CARMONA, J. 1980a .-Citrus pulp in diets for fattening lamb. Anim. Feed Sci. Technol 5, 11-22.
- MARTINEZ PASCUAL, J y FERNANDEZ CARMONA, J. 1980b .-Composition of citrus pulp. Anim. Feed Sci. Technol. 5, 1-10.
- MATA, C., RODRIGUEZ, J. y TOVAR, J. 1983 .-Tecnología de la preparación de un concentrado proteico para alimentación animal a partir de subproductos de la industria cárnica. Arch. Zootec. 32, 285-293.
- MEDINA, M. 1956 .-Contribución al estudio del área de la encina en la producción de Córdoba y sus posibilidades alimenticias para el ganado. Publicaciones Instituto de Zootecnia. Córdoba.
- MOLINA, E. 1981 .-Estudio de la adecuación y valor nutritivo y vagazo de caña de azúcar para su empleo en nutrición animal. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- MOLINA, E. BOZA, J. y AGUILERA, J.F. 1983a .-Nutritive value for ruminants of sugar cane bagasse ensiled after spray treatment with different levels of NaOH. Anim. Feed Sci. Technol., 9, 1-17.



- MOLINA, E., AGUILERA, J.E. y BOZA, J. 1983b .-Traitement a l'alcali du grignon d'olive tamisé epuise. Effet sur la composition chimique et la digestibilite "in vitro" Reunión FAO Valorisation des sous-produits de l'oliver. Madrid, 117-121.
- MORENO, A. 1985 .-Subproductos agrícolas de Almería (datos sin publicar).
- MUÑOZ, F., ANGUITA, T., LARA, L., SUAREZ, A. y BOZA, J. 1983 .-La utilización del ramón de olivo en la alimentación del ganado cabrío. AYMA, 24, 351-354.
- MUÑOZ, F., FACI, R. y ALIBES, X. 1985 .-Valor nutritivo del ramón de pino. I Jornadas sobre producción animal ITEA, extra, 5, 173-174.
- NEFZAOU, A., MOLINA, E., OUTMANI, A. y VANBELLE, M. 1984 .-Ensilado de orujo de aceituna tratado con álcalis. Arch. Zootec., 33, 219-236.
- NICHOLSON, J.W.G. 1984 .-Reducing feed costs. The challenge in perspective. Can. J. Anim. Sci., 64, 501-503.
- OCIO, E. y VIÑARAS R. 1974 .-Valor nutritivo del caldo de levadura de cerveza como suplemento de raciones de ratas. Rev. Nutr. Animal, 12, 75-83.
- OCIO, E. y VIÑARAS, R. 1975 .-Estudio de los rendimientos obtenidos por la utilización de caldo de levadura de cerveza como suplemento alimenticio de raciones para pollo. Rev. Nutr. Animal, 13, 21-34.
- OCIO, E., REY, J.M. y VIÑERAS, R. 1976 .-Estudio de las posibilidades de aprovechamiento de residuos orgánicos de basuras de centros urbanos y de otros materiales residuales para la alimentación animal Rev. Nutr. Animal, 14, 7-26.
- OVEJERO, F.J. 1967 .-Energía digestible y metabolizable de las pajas de leguminosas en óvidos. (Tesis doctoral). An. Facultad Veterinaria. León. 13.13.
- OWEN, J. 1981 .-Sistemas de alimentación integral para vacuno y ovinos. Mundi-Prensa. Madrid.
- PAZ, A. y GOMEZ BARCINA, A. 1963 .-Estudio de la fibra bruta y sus componentes de la paja de trigo. Rev. Nutr. Animal, 1, 159-161.
- PERELLADA, J., GOMEZ CABRERA, A., OCAÑA, F. Y GARRIDO, A. 1982 .-Utilización del ramón de olivo en la alimentación animal I Efecto de diversos tratamientos físicos y de la forma de conservación. AYMA, 23, 15-19.
- PERELLADA, J. y GOMEZ CABRERA, A. 1983 .-Utilización del ramón de olivo en alimentación animal. Publicaciones Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta Andalucía. Delegación de Jaén.
- PERELLADA, J., GOMEZ CABRERA, A., GARRIDO, A. y OCAÑA, F. 1984 .-Obtención del ramón de olivo y utilización en alimentación animal. En Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal II. Universidad de Córdoba, 95-114.
- PEREZ CUESTA, M., CONRADO, M., TIRADO, S. y JODRAL, A. 1972 .-Urea y gallinaza en la alimentación de cordero. II Cong. Mundial de Alimentación Animal. Madrid. Vol. 5, 399-407.

- PEREZ-LANZAC, J. Y SEBASTIAN, I. 1984 .-Estrategia para la utilización de subproductos con especial referencia a la inclusión en piensos compuestos. En Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal II. Universidad de Córdoba, 183-214.
- PIERA, M. 1988 .-Comunicación personal.
- PINTOR, M.D. 1971 .-Influencia de la textura en la digestibilidad y rendimiento nutritivo de un pienso compuesto en broilers. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- PIJUAN, M. 1960 .-Un ensayo de alimentación de cerdos con una mezcla alimenticia conteniendo orujo de aceituna. Avances en Alimentación Animal. 1, 14-20.
- PRIMO YUFERA, E. 1979 .-Química Agrícola III. Alimentos. P.Q. Ed. Alhambra. Madrid.
- RAMALHO, J.M.C. 1984 .-Subproductos y su utilización en Portugal. En Nuevas fuentes de alimentos para la alimentación animal. Universidad de Córdoba, 53-66.
- REBOLE, A. y ALVIRA, P. 1986 .-Composition of vine-branches with leaves of Vitis vinifera L. Fresh and ensiled using different additives (previous results). Anim. Feed Sci. Technol. 16, 89-98.
- REID, J.T. 1970 .-The future role of ruminants in animal production. En A.T. Phillipson Ed. Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant. Onel Press. Newcastle. 1-22 pp.
- RIVEROS, E. y ARGAMENTERIA, A. 1985 .-Problemática de la predicción de la digestibilidad "in vivo" de pajas de cereales mediante técnicas de solubilidad enzimática. ITEA extra 5, 155-158.
- RONDA LAIN, E. y SOTO, E. 1965 .-Subproductos del arroz Rev. Nutr. Animal, 2, 92-96.
- RODRIGÁNEZ, C. 1949 .-Prados arbóreos. Publicaciones del Ministerio de Agricultura. Manual técnico Nº 3 Madrid.
- RODRIGUEZ GUEDAS, J. 1964 .-Investigaciones básicas para la utilización de las excretas de aves en la alimentación de rumiantes. Toxicidad, digestibilidad, balance de nitrógeno y descomposición del ácido úrico. Tesis Doctoral. Anales Facultad Veterinaria. León, 10, 135-259.
- RODRIGUEZ GUEDAS, J. y ZORITA, E. 1967 .-Las excretas de aves en la alimentación de rumiantes. II Pruebas experimentales con ganado vacuno en crecimiento. Rev. Nutr. Animal 5, 25-35.
- RODRIGUEZ GUEDAS, J. 1975 .-Empleo de heces de animales en la alimentación del ganado. Estado actual del problema. Rev. Nutr. Animal, 13, 179-192.
- RODRIGUEZ MOLINA, J.M. 1985 .-Consecuencias del periodo transitorio en la fabricación de piensos compuestos en la ganadería intensiva. Symposium sobre las consecuencias de la integración de España a la CEE en la fabricación de piensos compuestos. Madrid.

- RUANO, J., VARELA, G. y BOZA, J. 1963 .-Influencias del tipo de grasa sobre la digestibilidad de cerdos ibéricos. XVII Cong. Mundial Veterinaria. Hannover. 3A, 35-267.
- SANCHEZ, A., GONZALEZ, A. y BOZA, J. 1974 .-Use of sugar cane tops silage in feeding beef cattle. IV Cong. Int. Ciencias y Tecnología Alimentos: Madrid. Vol. IV. 302-305.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E. 1968a .-El subproducto industrial del tomate en la alimentación de óvidos. VI Reunión científica S.I.N.A. 67-76.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E. 1968b .-Coeficientes de digestibilidad en ovinos utilizando subproductos de la región murciana. V Alcachofa. Rev. Nutr. Animal, 6, 189-204.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E. 1968c .-Coeficientes de digestibilidad en ovinos utilizando subproductos de la región murciana. VI Guisante. Rev. Nutr. Animal, 6, 259-274.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E. 1969a .-Coeficientes de digestibilidad en ovinos utilizando subproductos de la región murciana. VII Naranja. Rev. Nutr. Animal, 7, 39-54 y 121-136.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E. 1969b .-Coeficientes de digestibilidad en ovinos utilizando subproductos de la región murciana. VIII Membrillo. Rev. Nutr. Animal, 7, 177-192 y 227-239.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E. y SMILG, N. 1971a .-Valor energético del subproducto de la uva en óvidos. Rev. Nutr. Animal, 9, 153-166.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E. y SMILG, N. 1971b .-Estudio bioquímico del subproducto del limón en la alimentación de poligástricos. Rev. Nutr. Animal, 9, 21-27.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E., HERNANDEZ, C. y SMILG, N. 1971c .-Los subproductos vegetales de la industria conservera en nutrición animal. Rev. Nutr. Animal, 9, 197-207.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E., HERNANDEZ, C., SMILG, N. y MORENO, R. 1972a .-Subproductos de la pera en la alimentación de óvidos. II Cong. Mundial Alimentación Animal. Madrid. Vol. 5, 311-326.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E., HERNANDEZ, C., SMILG, N. y MORENO, R. 1972b .-Nutrición de óvidos con subproductos de pimiento. Rev. Nutr. Animal, 10, 161-175.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E., HERNANDEZ, C., SMILG, N. y MORENO, R. 1973 .-Subproductos de citrus para la alimentación animal. Rev. Nutr. Animal, 11, 203-213.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E., HERNANDEZ, C., SMILG, N. y MORENO, R. 1974a .-Subproductos industriales y de la agricultura en el sureste español. XV Reunión Científica S.E.E.P. Murcia.
- SANCHEZ-VIZCAINO, E., HERNANDEZ, C. y SMILG, N. 1974b .-Subproducto de la elaboración de cerveza aplicado a la nutrición de pequeños rumiantes. Rev. Nutr. Animal, 12, 209-218.

- SANZ SAMPELAYO, R., FONOLLA, J., PRIETO, C. y BOZA, J. 1977 .-Study of different nitrogenate fractions in serum of rabbits feed a diet added by poultry manure. XXVII Cong. Int. Sci. Physiology. Paris, 660.
- SANZ SAMPELAYO, R., FONOLLA, J., PRIETO, C. y ESCANDON, V. 1978 .-Utilización nutritiva de excretas de aves en conejos. Digestibilidad, balance de nitrógeno y valor energético de una dieta adicionada de gallinaza. AYMA, 19, 317-321.
- SANZ SAMPELAYO, R., ESCANDON, V. y FONOLLA, J. 1985 .-Utilización de subproductos agrícolas-industriales en la alimentación de animales herbívoros. III Cáscara de almendra (exocarpio y mesocarpio del *Amygdalus prunus*). AYMA, 26, 251-257.
- SILVA COLOMER, J. 1987 .-Evaluación de recursos alimenticios de la zona árida del ámbito del proyecto LUCDEME en ganado caprino. Tesis Doctoral ETSIA. Universidad de Córdoba.
- SNIFFEN, C.J. y ROBINSON, P.H. 1984 .-Nutritional strategy. Can. J. Anim. Sci., 64, 529-542.
- SUNDSTOL, F. y OWEN, E. 1984 .-Straw and other fibrous by-products as feed. Elsevier, New York.
- TORTOSA, E. y BENEDITO, C. 1977 .-El salvado de arroz y su potencial en la alimentación animal. XV Reunión Científica S.I.N.A. Valencia.
- VARELA, G. y BOZA, J. 1961a .-Digestibilidad y valor nutritivo de las coronas de remolacha azucarera en óvidos. Avances en Alimentación Animal, 2, 645-650.
- VARELA, G., FERRER, J. y BOZA J. 1961b .-Experiencias de digestibilidad en cabras de raza granadina. Zootecnia, 10, 3-17.
- VARELA, G., BOZA, J. y JORDAN, J. 1962 .-Experiencias de digestibilidad en ratas del orujo bruto de aceituna. Ann. Bromatol., 14, 179-.
- VARELA, G., FONOLLA, J., RUANO, J., BRÖGER, F. y BOZA, J. 1966 .-Experiencias en óvido sobre la influencia del maíz, sorgo y la mezcla de ambos en la digestibilidad de pajas de cereal y leguminosa. AYMA, 7, 1-19.
- VARELA, G. y ESCRIVA, J. 1977 .-Proceedings rice by-products utilization. Int. Conf. Valencia. p. 131.
- VARONA, M., MILLAN, T., MOLINA, M. y BELLIDO, M. 1984 .-Tratamiento con amoniaco de la paja de trigo. En Nuevas fuentes de alimento para la producción animal II. Universidad de Córdoba, 137.
- VERA y VEGA, A. APARICIO, F. y RODRIGUEZ, J. 1977 .-Valor nutritivo y utilización del orujo de aceituna granulado en la alimentación invernal de ovejas vacías, gestantes y lactantes. Arch. Zootec. 27, 147-187.
- VERA y VEGA, A. y GALAN, P. 1978 .-Traitements des nameaux d'olivier élagnés servant á la nourriture du Getail, en éliminant les risques phytopathologiques. Wold Rev. Anim. Prod., 14, 75-80.
- VERA y VEGA, A. y FERNANDEZ, J. 1987 .-Valor nutritivo y aprovechamiento de rastrogeras de cereales por el ganado ovino. Arch. Zootec., 36, 237-251.

- VINARAS, R. y OCIO, E. 1975 .-Experimentos de alimentación de cerdos en crecimiento-cebo con caldo de levadura de cerveza. Rev. Nutr. Animal, 13, 73-89.
- WARDEN, W.K. 1974 .-La fermentación: ¿Una solución para las necesidades humanas en energía y proteína?. Progresos en nutrición, 97,392.
- WHERER, R.O., CRAMER, G.L., YOUNG, K.B. y OSPIRA, E. 1981 .-The world livestock product, feedstuff and good brain system. (Citado por Sundstol y col., 1984).
- WILSON, P.N. BRIGSTOCKE, T.D.A. y CUTHBERT, N.H. 1981 .-Some factors affecting the future composition of U.K. compound animal feeds. Anim. Feed. Sci. Technol., 6, 1-14.
- ZAERA, E., GOMEZ, J.P. y GONZALEZ, V. 1974 .-El caldo de levadura de cerveza en la alimentación de los rumiantes. Rev. Nutr. Animal, 12, 199-208.
- ZORITA, E., SANZ, R. y ARIAS, P. 1961. El pimentón en la alimentación de los pollos de carne. Avances en Alimentación Animal, 2, 389-392.
- ZORITA, E. GUEDAS, J.R., SANTOS, S. y OVEJERO, F.J. 1967 .-Las excretas de aves en la alimentación de los rumiantes. Rev. Nutr. Animal, 5, 95-99.
- ZORITA, E., CARPINTERO, C., GUEDAS, J.R., OVEJERO, F.J. y SUAREZ, A. 1970 .-Digestibilidad y valor nutritivo de las pajas de nueve leguminosas cultivadas para grano: lentejas, algarrobas, almostas, yeros, veza, guisantes, garbanzos, alubias y habas. Trabajos Estación Agrícola Experimental de León, 7, 199-208.

**P o n e n c i a   I I**

**MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS VEGETALES  
EN LA FABRICACION DE PIENSOS COMPUESTOS  
EN ESPAÑA**

DANIEL M.C. PIAT (\*)

(\*) Sociedad ZWYX. Madrid.



MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS VEGETALES EN LA FABRICACION  
DE PIENSOS COMPUESTOS EN ESPAÑA

Daniel M. C. Piat. ZWYX.

INTRODUCCION

En esta época de competencia muy dura en el campo de las producciones animales, es importante reducir al máximo todos los costos de producción, en particular los más importantes que son los costos alimenticios.

Por eso no basta un conocimiento lo más exacto y exhaustivo de las necesidades de los animales y de los aportes de las materias primas clásicas para evitar los despilfarros en formulación de los piensos, sino que es aún necesario aprovechar al máximo todos los recursos en lo que se refiere a las materias primas existentes en el mercado tanto interior como internacional.

Para la introducción en la formulación de los piensos de nuevas materias primas, se necesita resolver una serie de problemas tanto para su evaluación nutricional como para su control y aceptación y también para sus normas de utilización.

1.- EVALUACION NUTRICIONAL DE LAS MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS

Para la evaluación nutricional de las materias primas alternativas, además de conocer su composición



analítica, es necesario tener en cuenta la existencia frecuente de factores antinutricionales para obtener una estimación suficientemente precisa de la digestibilidad y disponibilidad de los nutrimentos.

Finalmente es imprescindible en la evaluación de las características de formulación tener en cuenta la gran variabilidad de estos productos.

#### 1.1.- Composición analítica

La primera etapa para caracterizar una materia prima alternativa es conocer su composición analítica en relación con la multiplicidad de la procedencia de estas materias primas tanto en lo que concierne a los productos vegetales sin transformación previa (cereales, raíces y tubérculos, semillas oleoproteaginosas) de origen local o de importación, como en lo que se refiere a los subproductos de la industria agroalimenticia de origen local o de importación (subproductos de molinería, cervecería, arrocería, almidonería, azucarería, destilería, obtención de aceite, etc.).

Generalmente la composición en principios inmediatos de cada tipo de materia prima es bien conocida y sirve de primera etapa para identificar y tipificar el producto para su evaluación nutricional ulterior, pero estos análisis no bastan para definir las características nutricionales y las modalidades de empleo.

En efecto, si para las materias primas clásicas generalmente con el análisis en principios inmediatos (materia seca, minerales, proteína, grasa, carbohidratos y fibra) se puede deducir con suficiente precisión los aportes en cada uno de los nutrimentos alimenticios, para las materias primas alternativas según su naturaleza, su origen y los tratamientos previos sufridos, es necesario analizar específicamente otros criterios para poder estimar tanto los aportes energéticos como los aportes proteícos, minerales y vitamínicos.

Por ejemplo para los cereales secundarios es importante conocer su contenido en componentes parietales y sus carbohidratos de reserva (betaglucanos de la cebada; pentosanos del centeno, triticale y trigo).

De la misma manera para las semillas oleo-proteaginosas es importante un conocimiento de la composición en amino ácidos esenciales más exhaustivo que para las materias primas clásicas, con el fin de evitar los fenómenos de desequilibrio entre amino ácidos (problema de "inbalance") y eso obliga en formulación a imponer normas mínimas y máximas sobre un número mayor de amino ácidos.

Igualmente para el contenido en materia grasa es necesario tener en cuenta los aportes en ácidos grasos para evitar el desequilibrio entre ácidos grasos saturados e insaturados, y también evitar la presencia de ácidos grasos indeseables como el erúcico de la colza o el ester-cúlico del algodón.

Además del análisis de los elementos nutricionales es también necesario la determinación de los factores antinutricionales que a menudo contienen estas materias primas.

#### 1.2.- Factores antinutricionales

En muchas materias primas alternativas existen factores antinutricionales. Cuando se tratan materias primas naturales sin transformación previa, esta presencia de factores antinutricionales explica su menor utilización en relación con las materias primas clásicas.

Por ejemplo la presencia de alquilresorcinol en el centeno que disminuye la apetecibilidad, la presencia de taninos en el sorgo, la presencia de factores antitripticos, de lectinas o hemoaglutininas, de saponinas, de factores antitiroideos, raquitogénicos, alergénicos y de secuestación de metales así como otros factores de origen enzimático (ureasa, lipasas y lipoxidasas) en las leguminosas.

Según las especies y variedades de las leguminosas, estos factores existen a niveles más o menos altos y pueden necesitar un tratamiento previo a la utilización por el animal, como es el caso bien conocido de la soja; o un esfuerzo de selección de variedades de bajo contenido en factores antinutricionales como es el caso de las variedades de guisantes, altramuces y habas.

En las tortas de oleaginosas (leguminosas o no) los

factores antinutricionales se encuentran a un nivel más alto que en la semilla original, una vez extraído el aceite, como es el caso de los factores antitripsicos de la soja y de los factores antitiroideos y amargos (tioglucosinolatos) y de la sinapina de la colza.

### 1.3.- Digestibilidad y disponibilidad de los nutrimentos

Para la evaluación de las características de formulación tanto la composición en elementos nutricionales como en factores antinutricionales influyen sobre los coeficientes de digestibilidad y disponibilidad de los nutrimentos.

Para poder evaluar el valor nutricional en elementos energéticos y elementos plásticos (proteína, aminoácidos, ácidos grasos, minerales y vitaminas) es necesario tener una estimación de los coeficientes de digestibilidad y de disponibilidad de los nutrimentos.

Para la evaluación del valor energético en cualquier especie, la mejor forma es siempre la experimentación sobre animales; sin embargo, esta determinación directa no se puede realizar de manera rutinaria en la práctica.

Por eso el ajuste del valor energético en función de la composición analítica a partir de los valores obtenidos por determinación directa sobre animales, está ampliamente facilitado por el conocimiento de los coefi-

cientes de digestibilidad de la materia orgánica, de la proteína bruta, de la materia grasa, de la fibra y del extracto libre de nitrógeno. Estos coeficientes de digestibilidad pueden variar también en función de la composición analítica, en particular del contenido en componentes parietales medidos por la fibra bruta, la fibra neutro-ácida y detergente, la lignina y el criterio PAR (Carré et al 1984); Carré 1985); y también en función de la tasa de los factores antinutricionales específicos a cada tipo de materia prima, por ejemplo en el caso de la colza en función de la tasa de glucosinolatos o en el caso del sorgo en función de la tasa de taninos.

Para los elementos plásticos, minerales, amino ácidos, ácidos grasos y vitaminas, hay que tener en cuenta la disponibilidad de estos elementos.

Para los amino ácidos se encuentran en la literatura para casi todas las materias primas evaluaciones de los coeficientes de disponibilidad. El problema reside tanto en la definición de estas estimaciones como en sus condiciones de determinación.

Para las aves se utilizan generalmente los coeficientes de digestibilidad aparente o real de digestibilidad global (Janssen et al 1979; Green 1987; Sibbald 1979). Y para los cerdos la estimación más cómoda es la digestibilidad aparente a nivel ileal de cada amino ácido esencial (Green 1987; Parsons 1986; Partridge 1986; Le Tutour 1987; Lenis 1982; Sauer et al 1977 y 1979; Taverner et al

1981; Zebrowska et al 1981).

En ausencia de determinación de los coeficientes de disponibilidad de los amino ácidos, se puede hacer una estimación aproximada a partir de los coeficientes de digestibilidad de la proteína.

Para las materias grasas de los subproductos industriales existen también problemas de disponibilidad y de digestibilidad; por ejemplo en el caso del fullfat soybean se necesita un tratamiento físico fuerte para poner su aceite al alcance de las enzimas digestivas del animal (Kan et al 1987; McNab 1985; Wiseman 1984) o por ejemplo la disponibilidad del ácido linoleico del gluten feed que es mucho más baja que en la materia prima de origen: el maíz (Wiseman 1988).

En todas las leguminosas la disponibilidad del calcio es baja (INRA 1984).

En lo que se refiere al fósforo también hay una gran variabilidad de la disponibilidad de la fracción fítica tanto a causa de la forma química de los fitatos como a causa de las tasas variables de fitasas endógenas de ciertas materias primas: trigo, triticale, centeno y derivados.

De la misma manera ciertas vitaminas no están disponibles, como la biotina del trigo o la niacina de la cebada, del mijo, de la avena y de los derivados del maíz y del arroz.

#### 1.4.- Variabilidad de los productos

Las materias primas alternativas suelen tener una gran variabilidad en su composición y en consecuencia en sus valores nutricionales.

Para tener en cuenta esta gran variabilidad en el ajuste de los valores nutricionales es necesario, por una parte, calcular márgenes de seguridad en función de la desviación típica de la media de los análisis; y por otra parte reducir esta variación haciendo distintas categorías de cada materia prima que resulte de la combinación de la variación escalonada de los principios inmediatos más variables de la materia prima.

Se suele tomar un margen de seguridad de los aportes aumentando o disminuyendo la media de los análisis de la mitad de la desviación típica en el sentido deseado de la seguridad a tomar (Nott y Combs 1967). De esta manera queda asegurado que, en solamente el 31% de los casos, el nivel de los alimentos es inferior a lo que se desea y que, dado el número de materias primas utilizadas en el mismo pienso, este margen es suficiente para la mayoría de los alimentos.

Sin embargo, en el caso de materias primas muy variables, es decir, cuando el coeficiente de variación sobrepasa el 5%, se recomienda (Thomason 1980; Shutze y Benoff 1981; Waldroup 1982; Johnson y Waldroup 1983) tomar un margen de seguridad de 0,7 a 2 desviaciones típicas.

No obstante, hay que considerar que las materias primas con características muy variables se emplean generalmente a tasas de incorporación relativamente bajas. Asimismo es preferible trabajar con una tasa constante de probabilidad (20 ó 10%), por ejemplo, lo que corresponde a 0,84 o 1,28 desviaciones típicas respectivamente) e introducir un parámetro representativo de la incidencia máxima del pienso de las características consideradas de la materia prima estudiada. Es suficiente utilizar parámetro de 0,1 a 0,6 para cubrir todos los casos posibles. Y en el caso en que el número de análisis sea insuficiente, basta reemplazar el coeficiente 0,84 o 1,28 por el valor "t" de Student con un 20 o 10% de probabilidad para el número de análisis disponibles (Piat 1983).

Para calcular las características de formulación de las categorías de una materia prima creadas a partir de la combinación de valores escalonados del análisis de sus principios inmediatos, se determinan todas las características nutricionales en proporción o en función de los valores elegidos de los principios inmediatos. Por ejemplo se utilizan valores de principios escalonados de 1% en 1% y se elige dentro de cada intervalo un valor igual al valor medio del intervalo disminuido al 0,1% como margen de seguridad.

Para la predicción del valor energético, existen tres tipos de ecuaciones de ajuste (Janssen 1986):



### Ecuaciones de regresión

Son el resultado de análisis de regresión múltiples entre el valor energético y los datos analíticos correspondientes. La mayor precisión de ajuste se obtiene con estas ecuaciones y el cálculo estadístico da la evaluación de esta precisión (Janssen 1986; ILTCF-ITP 1988; ITAVI-ITCF 1987; INRA 1984; Bourdon 1986; Castaing y Grosjean 1985; Pérez et al 1986; Leclercq y Carré 1987).

### Ecuaciones lineales

Proceden de la resolución de un sistema de ecuaciones lineales basadas sobre el valor energético y los datos analíticos correspondientes. No son más que una interpolación lineal entre estos últimos y el valor energético sin información sobre la precisión del ajuste.

### Ecuaciones basadas sobre la digestibilidad de los nutrientes

En general estas ecuaciones suponen que los valores de digestibilidad sean independientes de la composición en nutrientes. Cuando no existen ecuaciones de regresión o lineales, es la única forma que queda para hacer el ajuste del valor energético y de los datos de análisis. Es el caso casi general para conejos y rumiantes (Sauvant et al 1987) y bastante frecuente para aves (Janssen 1986) y cerdos (Veevoedertabel 1986).

Para el cálculo del contenido en amino ácidos a

partir de la tasa de proteína bruta, también existen ecuaciones lineales en el caso de los cereales secundarios (ITCF-ITP 1988); y en los otros casos se calcula el contenido en amino ácidos en proporción de la proteína bruta.

Los valores de proteína digestible para los rumiantes se calculan en proporción de la proteína bruta o en función de ésta y de la materia orgánica fermentable que es la materia orgánica digestible disminuida de la materia grasa y de la proteína bruta (Verité et al 1987).

Para los minerales se ajustan los valores en proporción de la materia mineral total disminuida del insoluble clorhídrico en el caso de la mandioca.

## 2.- CONTROL Y NORMAS DE ACEPTACION

En la utilización de materias primas alternativas el control físico, químico y biológico de las mismas, según criterios específicos de cada materia prima, es importante para su identificación, tipificación y aceptación.

Así se pueden definir los costes de utilización y la valoración económica del producto y determinar las modalidades de compra particulares para este tipo de materias primas.

### 2.1.- Identificación, Tipificación y Aceptación

Es importante conocer la procedencia del producto para tener a priori una idea de los controles particulares a realizar a la recepción de estas materias primas. También es importante conocer las modalidades del proceso sufrido por ellas tanto para su obtención como para su conservación. Después se realizan los análisis convenientes para definir las características físicas y analíticas que permitan determinar una estimación de su valor nutricional y estado de conservación.

Para los productos ricos en almidón es necesario verificar el nivel de contaminación bacteriana y fúngica y eventualmente medir el nivel de toxinas producido por esta contaminación, particularmente las micotoxinas.

Para las materias primas ricas en materia grasa es importante verificar el estado de oxidación eventual de los lípidos así como, en el caso del fullfat soybean, el nivel de liberación de la grasa.

El control de la fibra es importante, no solamente para las materias primas muy fibrosas sino también para los cereales secundarios y sus derivados, con el propósito de definir el valor energético.

Para la valoración nitrogenada de las materias primas ricas en proteína además de los aminogramas es importante medir los factores que influyen sobre la digestibilidad y disponibilidad de los amino ácidos, es decir, los factores antinutricionales como son los factores anti-

trípsicos en la soja, las tasas de vicina y convicina en los guisantes, las tasas de taninos en el sorgo, las tasas de glucosinolatos en la colza; y también el efecto de los tratamientos térmicos para reducir estos factores anti-nutricionales sobre la calidad de la proteína.

### 2.1.- Costes de utilización y valoración económica

La utilización de ciertas materias primas pueden necesitar gastos específicos de almacenaje (por ejemplo, los productos líquidos como melazas y vinazas), de premo-lienda y molienda y de incorporación. Estos sobrecostos se tienen que añadir al precio de compra a la hora de formular los piensos compuestos.

También estos análisis permiten al servicio de compra prever el precio de interés de la materia prima en función del precio de las otras materias primas para así optimizar sus precios y sus volúmenes de compra.

### 2.3.- Modalidades de compra

Además de la redacción de un pliego de cargo que defina los niveles mínimos de las características específicas de cada materia prima alternativa para su aceptación y valoración económica, es importante una relación interactiva con los proveedores para permitirles la optimización de la calidad del producto tanto en sus características básicas como de conservación del mismo. De esta retroacción sobre los proveedores resulta la definición de

una política de compra que garantice el proveedor la rentabilidad de sus esfuerzos para mejorar la calidad del producto.

En efecto, si se quiere imponer un pliego de cargo bastante complejo que obligue al proveedor a tomar medidas particulares en el proceso de obtención y de conservación de la materia prima, es necesario asegurar al proveedor un volumen de compra mínimo y relativamente constante a lo largo del año. Lo que se pierde en grados de libertad en la decisión de comprar o no una materia prima según el interés de su precio de oferta, se recupera en la mejor valoración nutricional y económica del producto.

### 3.- NORMAS DE UTILIZACION

La utilización de las materias primas alternativas implica una gran flexibilidad en el cálculo de las características nutricionales y un número mayor de criterios a utilizar para las normas de formulación.

En relación con los inconvenientes tecnológicos y nutricionales específicos de cada materia prima, es importante definir límites de empleo que consideren a la vez el efecto sobre la presentación, la apetecibilidad y la digestibilidad del pienso así como el volumen disponible en el mercado para evitar una presión excesiva sobre los precios de estas materias primas.

Para evitar cambios intempestivos en la presentación y apetecibilidad del pienso, además de los límites

de empleo de las materias primas alternativas, generalmente es conveniente presentar el pienso en forma granulada.

Una vez considerados todos estos puntos, sólo queda resolver en una fábrica la capacidad de almacenamiento de un gran número de materias primas alternativas y la capacidad de granulación que exija la utilización de estas últimas.

### CONCLUSION

En conclusión, para un mejor conocimiento y un mejor aprovechamiento queda mucho que hacer en el tema de las materias primas alternativas:

- Análisis y composición tanto en lo que se refiere a los nutrimentos como a los factores antinutricionales.
- Estudio del valor nutricional.
  - \* Digestibilidad y disponibilidad de los nutrimentos
  - \* Medida y previsión del valor energético
  - \* Relación entre datos analíticos y valores nutricionales
- Mejora de los productos.
  - \* Tratamientos físicos (descascarillado, tostado, extrusión y otros tratamientos térmicos).
  - \* Tratamientos químicos (ataque alcalino de la fibra).
  - \* Tratamientos biológicos (uso de bacterias y de enzimas)
  - \* Mejora de la presentación de los productos

\* Procesamiento en conjunto de asociaciones de materias primas

Estos temas serán tratados en el transcurso de esta reunión.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) CARRE B., PREVOTEL B. & LECLERCQ B. (1984): " Cell wall content as a predictor of metabolizable energy value of poultry feedingstuffs". Br. Poul. Sci. 25, 561-572.
- 2) CARRE B. (1985): "Les parois végétales, signification chimique et nutritionnelle chez les volailles". Valeur énergétique et qualité des aliments. Conférence avicole W.P.S. A. - S.I.M.A.V.I.P. (18-X-1985) Cahier n° 1.
- 3) JANSSEN W.M.M.A., TERPSTRA K., BEEKING F.F.E. & BISALSKY A.J.N. (1979): "Feeding values for poultry". Spelderholt Inst. for Poultry Res. (Beekbergen, The Netherlands).
- 4) GREEN S. (1987): "Digestibilities of amino-acids in foodstuffs for poultry and pigs". AEC Digestibility report 8/87.
- 5) SIBBALD I.R. (1979): "A bioassay for available amino acids and true metabolizable energy in feedstuffs". Poul. Sci. 58, 668-673.
- 6) PARSONS C.M. (1986): "Aminoacid availability in feedstuffs for poultry and swine". Recent advances in aminoacids nutrition. Document Ajinomoto 1986.
- 7) PARTRIDGE I.G. (1986): "Requirements of the pig and availability of amino-acids in feedstuffs". Symposium ORFFA Breda, April 22 1986, pp. 8-12.
- 8) LE TUTOUR. (1987): "Apparent ideal digestibility of protein and amino-acids in feedstuffs for pigs". Eurolysine technical report, October 1987.
- 9) LENIS N.P. (1982): "Inventarisatie van literatuutgegevens met betrekking tot de verteerbaarheid van aminozuren in voedermiddelen voor varkens". I.V.V.O. Rapport nbr 139.
- 10) SAUER W.C., STOTHERS S.C. & PARKER R.J. (1977a): "Apparent and true availabilities of amino acids in wheat and

- milling by-products for growing pigs". Can. Jour. of Anim. Sci. 57, 775-784.
- 11) SAUER W.C., STOTHERS S.C. & PHILIPS G.D. (1977b): "Apparent availabilities of amino acids in corn, wheat and barley for growing pigs". Can. Jour. of Anim. Sci. 57, 585-597.
  - 12) SAUER W.C., KENNELLY J.J. & AHERNE F.X. (1979): "Ileal and fecal availabilities of amino acids in different barley and wheat cultivars". Can. Jour. of Anim. Sci. 59, 831.
  - 13) TAVERNER M.R., HUME I.D. & FARRELL D.J. (1981): "Availability to pigs of amino acids in cereal grains 2. Apparent and true ileal availability". Br. Jour. of Nutr. 46, 159-171.
  - 14) ZEBROWSKA T., BURACZEWSKA L. & ZEBROWSKA H. (1981): " Apparent digestibility of nitrogen and amino acids of cereal grains in pigs". Paper 2/9, 6th International Symposium on Amino Acids (Serock, Warschau).
  - 15) KAN C.A., SCHEELE C.W. & JANSSEN W.M.M.A. (1987): "The energy content of fullfat soybean in meal and pelleted feeds for adult cocks and broilers". Anim. Feed Sci. & Technol. 19, 97-104.
  - 16) McNAB J. (1985): "Utilisation de la graine de soja". 3è Congrès Soya ONIDOL-CIS (5-IX-1985).
  - 17) WISEMAN J. (1984): American System Assn. Meeting (Madrid 1984).
  - 18) WISEMAN J. (1988): "Utilización de la soja integral en la alimentación de cerdos". Conferencia del haba de soja integral en la alimentación animal. (Madrid 30/31-V-1988).
  - 19) INRA (1984): "L'alimentation des animaux monogastriques".
  - 20) NOTT H. & COMBS F. (1967): "Data processing of feed ingredient composition". Feedstuffs Oct. 14 1967, p. 21.
  - 21) THOMASON D. (1980): "Quality control of feed ingredients: how many samples do you need to analyze?. Cost control consideration". Feedstuffs Jan. 21 1980, p. 40 & p. 82.
  - 22) SHUTZE J. & BENOFF F. (1981): "Evaluation of feed ingredients variation; procedures for determining number of analysis samples". Feedstuffs Dec. 14 1981, p. 28.
  - 23) WALDROUP P.W. (1982): "Determining the nutritive value of new or improved feed ingredients". Feedstuffs Oct. 11 1982, pp. 30-43.
  - 24) JOHNSON Z. & WALDROUP P.W. (1983): "Statistical evaluation of production samples of a marine and animal protein



blend". Feedstuffs July 11 1983, pp. 22-25.

- 25) PIAT D.M.C. (1983): "Etablissement d'une norme de besoin pratique". 4è Symposium Européen de Nutrition Avicole. (Tours, France 17-20 Oct. 1983).
- 26) JANSSEN W.M.M.A. (1986): "European table of energy values for poultry feedstuffs". W.P.S.A. Publications.
- 27) ITCF-ITP (1988): "Table d'alimentation pour les porcs 1988".
- 28) ITAVI-ITCF (1987): "Matières premières et alimentation des pondeuses".
- 29) BOURDON D. (1986): "Citado por Castaing y Grosjean en "Le colza '00' associé au blé ou au maïs dans l'alimentation du porc charcutier". JRP 1986 18, 29-34.
- 30) CASTAING J. & GROSJEAN F. (1985): "Effect de forts pourcentages de pois de printemps, dans des régimes pour porcs charcutiers, à base de maïs ou d'orge et en complément de tourteau de colza". JRP 1985 17, 407-418.
- 31) PEREZ J.M., BOURDON D., BAUDET J.J. & EVRARD J. (1986): "Prévision de la valeur énergétique des tourteaux de tournesol à partir de leurs teneurs en constituants pariétaux". JRP 1986 18, 35-46.
- 32) LECLERCQ B. & CARRE B. (1987): "Mesure et prédiction de l'énergie métabolisable des aliments et matières premières destinés aux volailles". INRA Nouzilly, Séance de travail (8/9-X-1987).
- 33) SAUVANT D., AUFRERE J., MICHALET-DOREAU B., GIGER S. & CHAPOUTOT P. (1987): "Valeur nutritive des aliments Concentrés simples: tables et prévision". Alimentation des ruminants: Révision des systèmes et des tables de l'INRA. Bulletin technique n°70. Décembre 1987, 75-90.
- 34) VEEVOEDERTABEL (1986): "Feeding values of feedstuffs".
- 35) VERITE R., MICHALET-DOREAU B., CHAPOUTOT P., PEYRAUD J.L. & PONCET C. (1987): "Révision du système des protéines digestibles dans l'intestin (PDI)". Alimentation des ruminants: Révision des systèmes et des tables de l'INRA. Bulletin technique n° 70. Décembre 1987, 19-34.

## **APENDICE DE PONENCIA II**



## 111 A V E N A

El problema de la avena consiste en sus envolturas, tanto desde el punto de vista tecnológico (rendimiento mediocre de la molienda) como desde el punto de vista nutricional (alto contenido en fibra que reduce su digestibilidad y por eso su tasa de incorporación).

Su contenido en amino ácidos esenciales y su apetecibilidad hacen de la avena un producto interesante, y su utilización sería mucho mayor si el costo del descascarillado no fuera tan alto o si se encontrasen variedades sin envolturas.

Este sobrecosto de molienda debe ser tenido en cuenta a la hora de formular.

## A V E N A

### VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	86	PAR	%	---
Materia mineral	%	2,7	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2,520
Proteína bruta	%	10,0	Lisina aves	%	0,24
Materia grasa	%	5,3	Metionina aves	%	0,12
Fibra bruta	%	10,2	Metionina + cistina aves	%	0,35
			Triptófano aves	%	0,09
Almidón	%	37,0	Treonina aves	%	0,22
Azúcares	%	0,5			
ADF	%	13,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2,730
NDF	%	26,0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2,650
AD Lignina	%	2,3	Energía neta cerdos	kcal/kg	1,911
ClB:2	%	2,68	Lisina cerdos	%	0,28
Ca	%	0,08	Metionina cerdos	%	0,13
P	%	0,34	Metionina + cistina cerdos	%	0,40
P disponible	%	0,08	Triptófano cerdos	%	0,07
Na	%	0,07	Treonina cerdos	%	0,19
K	%	0,42			
Cl	%	0,10	Fibra indigestible conejos	%	9,8
Mg	%	0,14	Energía digestible conejos	kcal/kg	2,900
Na + K - Cl	meq/kg	+ 110			
Energía bruta	kcal/kg	4,010	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2,887
Lisina	%	0,40	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2,414
Metionina	%	0,16	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,89
Metionina + Cistina	%	0,50	Energía neta rumiantes cárnicos	UFD/kg	0,84
Triptófano	%	0,12	PDIA rumiantes	%	2,3
Treonina	%	0,35	PDIN rumiantes	%	6,7
Glicina + Serina	%	1,00	PDIE rumiantes	%	7,3
Leucina	%	0,73	Proteína digestible rumiantes	%	7,3
Isoleucina	%	0,42			
Valina	%	0,52			
Histidina	%	0,22			
Arginina	%	0,66			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,90			

### LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

P. os y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	5	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	5
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	5	- Cerdos cebo terminación	%	5
- Cerdas gestantes	%	10	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	20	- Conejos cebo	%	20
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	15
- Vacas lecheras	%	10			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	15

121 S O R G O

El contenido en taninos del sorgo es el factor limitante en su empleo sobre todo en monogástricos.

No solamente los taninos reducen los coeficientes de digestibilidad de la proteína y el valor energético:

EM Aves = 38,86 MS - 433 T

ED Cerdos = 39,08 MS - 263 T

EM Aves y ED Cerdos en kcal/kg  
MS % de materia seca  
T % de taninos

sino que reduce la apetecibilidad de todo el pienso.

Por eso es importante elegir variedades de sorgo de bajo contenido en taninos.

SORGO RUBIOVALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	86	PAR	%	---
Materia mineral	%	1,5	Energía metabolizable aves	kcal/kg	3,140
Proteína bruta	%	10,0	Lisina aves	%	0,15
Materia grasa	%	3,0	Metionina aves	%	0,12
Fibra bruta	%	2,5	Metionina + cistina aves	%	0,25
			Triptófano aves	%	0,07
			Treonina aves	%	0,23
Almidón	%	59,8			
Azúcares	%	1,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3,200
ADF	%	3,8	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3,115
NDF	%	9,0	Energía neta cerdos	kcal/kg	1,305
AD Lignina	%	0,3	Lisina cerdos	%	0,17
C18:2	%	1,35	Metionina cerdos	%	0,14
Ca	%	0,03	Metionina + cistina cerdos	%	0,29
P	%	0,30	Triptófano cerdos	%	0,07
P disponible	%	0,05	Treonina cerdos	%	0,26
Na	%	0,01			
K	%	0,35	Fibra indigestible conejos	%	0,1
Cl	%	0,10	Energía digestible conejos	kcal/kg	3,200
Mg	%	0,12			
Na + K - Cl	meq/kg	+ 66	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3,170
Energía bruta	kcal/kg	3,820	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2,666
Lisina	%	0,23	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,01
Metionina	%	0,16	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	1,01
Metionina + Cistina	%	0,33	PDIA rumiantes	%	6,1
Triptófano	%	0,09	PDIN rumiantes	%	3,0
Treonina	%	0,33	PDIE rumiantes	%	10,2
Glicina + Serina	%	0,65	Proteína digestible rumiantes	%	6,8
Leucina	%	1,38			
Isoleucina	%	0,44			
Valina	%	0,55			
Histidina	%	0,22			
Arginina	%	0,39			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,95			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	30	- Pollitas	%	30
- Gallinas reproductoras	%	40	- Gallinas ponedoras	%	40
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	30	- Reproductoras	%	40
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	20
- Cerdos cebo crecimiento	%	40	- Cerdos cebo terminación	%	40
- Cerdas gestantes	%	30	- Cerdas madres	%	30
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	10	- Conejos cebo	%	10
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	20
- Vacas lecheras	%	20			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	20

131 M I J O

Este grano de forma redondeada del Panicum Miliaceum debe ser finamente molido ya que la pequeñez y redondez de sus granos hacen difícil su masticación.

A la hora de formular es imprescindible tener en cuenta el sobrecosto que genera esta dificultad de molienda.



# IRITICALE

## VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	86	PAR	%	---
Materia mineral	%	1,80	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.975
Proteína bruta	%	11,6	Lisina aves	%	0,25
Materia grasa	%	1,6	Metionina aves	%	0,16
Fibra bruta	%	2,7	Metionina + cistina aves	%	0,35
			Triptófano aves	%	0,08
			Treonina aves	%	0,20
Almidón	%	53,5			
Azúcares	%	4,7	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.200
ADF	%	4,4	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3.105
NDF	%	11,5	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.293
AD Lignina	%	1,1	Lisina cerdos	%	0,27
C18:2	%	0,90	Metionina cerdos	%	0,17
Ca	%	0,04	Metionina + cistina cerdos	%	0,39
P	%	0,40	Triptófano cerdos	%	0,07
P disponible	%	0,22	Treonina cerdos	%	0,20
Na	%	0,03			
K	%	0,40	Fibra indigestible conejos	%	1,0
Cl	%	0,06	Energía digestible conejos	kcal/kg	3.070
Mg	%	0,12			
Na + K - Cl	meq/kg	+ 99	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.898
Energía bruta	kcal/kg	3.770	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.730
Lisina	%	0,39	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,04
Metionina	%	0,20	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	1,05
Metionina + Cistina	%	0,46	PDIA rumiantes	%	2,9
Triptófano	%	0,11	PDIN rumiantes	%	7,9
Treonina	%	0,35	PDIE rumiantes	%	9,4
Glicina + Serina	%	1,00	Proteína digestible rumiantes	%	9,0
Leucina	%	0,73			
Isoleucina	%	0,43			
Valina	%	0,52			
Histidina	%	0,29			
Arginina	%	0,64			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,88			

## LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	40	- Pollitas	%	40
- Gallinas reproductoras	%	30	- Gallinas ponedoras	%	30
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	30	- Reproductoras	%	30
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	30	- Lechones destetados	%	30
- Cerdos cebo crecimiento	%	sin limitación	- Cerdos cebo terminación	%	sin limitación
- Cerdas gestantes	%	" "	- Cerdas madres	%	" "
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	15	- Conejos cebo	%	15
Bovinos:					
- Terneros destete	%	10	- Terneros cebo	%	20
- Vacas lecheras	%	30			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	20	- Ovejas y cabras	%	30

## 141 CENTENO

La primera condición de su empleo es que el grano sea sano, libre de cornezuelo.

Aparte de eso, la riqueza del centeno en polifenol (N-alkyl resorcinol) y en betaglucanos reduce su empleo.

La llegada al mercado de betaglucanasas resistentes a la granulación, permitirá aumentar sensiblemente sus tasas de incorporación.

Se debe tener en cuenta el efecto del centeno sobre la dureza de los gránulos.

Por último su tasa elevada de fitasa permite un cierto ahorro de fósforo mineral en los piensos.

## C E N T E N O

### VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	86	PAR	%	---
Materia mineral	%	1,7	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.750
Proteína bruta	%	9,5	Lisina aves	%	0,19
Materia grasa	%	1,6	Metionina aves	%	0,12
Fibra bruta	%	2,1	Metionina + cistina aves	%	0,25
			Triptófano aves	%	0,06
			Treonina aves	%	0,15
Almidón	%	52,8			
Azúcares	%	3,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.150
ADF	%	3,8	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3.070
NDF	%	11,9	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.273
AD lignina	%	1,2	Lisina cerdos	%	0,24
CIB:2	%	0,5	Metionina cerdos	%	0,14
Ca	%	0,06	Metionina + cistina cerdos	%	0,29
P	%	0,34	Triptófano cerdos	%	0,06
P disponible	%	0,17	Treonina cerdos	%	0,18
Na	%	0,02			
K	%	0,45	Fibra indigestible conejos	%	1,4
Cl	%	0,02	Energía digestible conejos	kcal/kg	3.020
Mg	%	0,11			
Na + K - Cl	meq/kg	+118	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.199
Energía bruta	kcal/kg	3.720	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.700
Lisina	%	0,36	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,01
Metionina	%	0,17	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	1,02
Metionina + Cistina	%	0,38	PDIA rumiantes	%	2,2
Triptófano	%	0,10	PDIN rumiantes	%	6,3
Treonina	%	0,31	PDIE rumiantes	%	8,7
Glicina + Serina	%	0,83	Proteína digestible rumiantes	%	6,9
Leucina	%	0,59			
Isoleucina	%	0,36			
Valina	%	0,47			
Histidina	%	0,21			
Arginina	%	0,49			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,67			

### LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	20	- Pollitas	%	20
- Gallinas reproductoras	%	15	- Gallinas ponedoras	%	15
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	15	- Reproductoras	%	15
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	15
- Cerdos cebo crecimiento	sin limitación		- Cerdos cebo terminación	sin limitación	
- Cerdas gestantes	%	25	- Cerdas madres	%	25
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	10	- Terneros cebo	%	20
- Vacas lecheras	%	30			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	20	- Ovejas y cabras	%	30

## 151 TRITICALE

Las calidades del triticaleson intermedias entre el centeno y el trigo, acercándose más a las de este último (tasa elevada de betaglucanos y fitasas).

Por eso hay que tener en cuenta en formulación su efecto sobre la dureza de los gránulos y sobre la disponibilidad del fósforo total del pienso.

M I J O

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	88	PAR	%	---
Materia mineral	%	3,73	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.860
Proteína bruta	%	11,5	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	3,7	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	9,3	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
Almidón	%	52,1	Treonina aves	%	---
Azúcares	%	1,3			
ADF	%	13,7	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.870
NDF	%	16,1	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.780
AD Lignina	%	---	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.048
CIB:2	%	1,30	Lisina cerdos	%	---
Ca	%	0,04	Metionina cerdos	%	---
P	%	0,28	Metionina + cistina cerdos	%	---
P disponible	%	0,08	Triptófano cerdos	%	---
Na	%	0,04	Treonina cerdos	%	---
K	%	0,41			
Cl	%	0,03	Fibra indigestible conejos	%	---
Mg	%	0,15	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Na + K - Cl	meq/kg	+114			
Energía bruta	kcal/kg	3.950	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.923
Lisina	%	0,21	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.439
Metionina	%	0,31	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,87
Metionina + Cistina	%	0,52	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,84
Triptófano	%	0,14	PDIA rumiantes	%	7,3
Treonina	%	0,36	PDIA rumiantes	%	7,5
Glucina + Serina	%	0,90	PDIE rumiantes	%	10,7
Leucina	%	1,26	Proteína digestible rumiantes	%	8,5
Isoleucina	%	0,52			
Valina	%	0,54			
Histidina	%	0,16			
Arginina	%	0,62			
Fenilalanina + Tirosina	%	1,01			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	10
- Gallinas reproductoras	%	20	- Ballinas ponedoras	%	20
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	10	- Reproductoras	%	20
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	20	- Cerdos cebo terminación	%	20
- Cerdas gestantes	%	30	- Cerdas madres	%	20
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	10	- Conejos cebo	%	10
Bovinos:					
- Terneros destete	%	5	- Terneros cebo	%	15
- Vacas lecheras	%	15			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	10	- Ovejas y cabras	%	15

161 TRIGO

La presencia de betaglucanos tiene efecto sobre la dureza del gránulo y es preciso tenerlo en cuenta en formulación.

También un nivel demasiado elevado de trigo produce heces pastosas en las aves, lo que puede ser un problema.

Finalmente, la pobreza del trigo en biotina disponible obliga a reforzar los aportes de complemento vitamínico

I R I G O

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	86	PAR	%	---
Materia mineral	%	1,65	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.995
Proteína bruta	%	11,3	Lisina aves	%	0,21
Materia grasa	%	1,9	Metionina aves	%	0,16
Fibra bruta	%	2,3	Metionina + cistina aves	%	0,37
			Triptófano aves	%	0,10
			Treonina aves	%	0,20
Almidón	%	56,0			
Azúcares	%	3,5	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.310
ADF	%	3,3	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3.210
NDF	%	10,5	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.370
AD Lignina	%	1,0	Lisina cerdos	%	0,24
Cl:2	%	0,91	Metionina cerdos	%	0,16
Ca	%	0,06	Metionina + cistina cerdos	%	0,40
P	%	0,33	Triptófano cerdos	%	0,11
P disponible	%	0,18	Treonina cerdos	%	0,25
Na	%	0,05			
K	%	0,40	Fibra indigestible conejos	%	1,0
Cl	%	0,06	Energía digestible conejos	kcal/kg	3.070
Mg	%	0,12			
Na + K - Cl	meq/kg	+ 99	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.259
Energía bruta	kcal/kg	3.790	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.739
Lisina	%	0,32	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,02
Metionina	%	0,19	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	1,03
Metionina + Cistina	%	0,47	PDIA rumiantes	%	3,1
Triptófano	%	0,13	PDIN rumiantes	%	7,8
Treonina	%	0,34	PDIE rumiantes	%	9,6
Glicina + Serina	%	1,00	Proteína digestible rumiantes	%	8,8
Leucina	%	0,76			
Isoleucina	%	0,42			
Valina	%	0,54			
Histidina	%	0,26			
Arginina	%	0,54			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,82			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	40	- Pollitas	%	40
- Gallinas reproductoras	%	30	- Gallinas ponedoras	%	30
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	30	- Reproductoras	%	30
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	30	- Lechones destetados	%	30
- Cerdos cebo crecimiento	%	sin limitación	- Cerdos cebo terminación	%	sin limitación
- Cerdas gestantes	%	" "	- Cerdas madres	%	" "
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	15	- Conejos cebo	%	15
Bovinos:					
- Terneros destete	%	10	- Terneros cebo	%	20
- Vacas lecheras	%	30			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	20	- Ovejas y cabras	%	30

171/172 CEBADAS

El problema mayor de la cebada es su contenido en fibra:

EM Aves = 36,02 MS - 99,2 FB

ED Cerdos = 40,72 MS - 110 FB

EM Aves y ED Cerdos en kcal/kg  
MS y FB en %

Otro problema es la tasa de betaglucanos que reduce su tasa de incorporación en los piensos para aves sobre todo. La llegada al mercado de betaglucanasas resistentes a la granulación permitirá tasas más elevadas de cebada en estos piensos.



CEBADA DOS CARRERAS

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	86	PAR	%	---
Materia mineral	%	2,30	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2,790
Proteína bruta	%	10,0	Lisina aves	%	0,24
Materia grasa	%	2,0	Metionina aves	%	0,15
Fibra bruta	%	4,4	Metionina + cistina aves	%	0,37
			Triptófano aves	%	0,08
			Treonina aves	%	0,23
Almidón	%	50,5			
Azúcares	%	1,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3,020
ADF	%	5,5	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2,935
NDF	%	15,0	Energía neta cerdos	kcal/kg	2,178
AD Lignina	%	1,0	Lisina cerdos	%	0,27
Cl:2	%	0,90	Metionina cerdos	%	0,12
Ca	%	0,05	Metionina + cistina cerdos	%	0,29
P	%	0,35	Triptófano cerdos	%	0,08
P disponible	%	0,17	Treonina cerdos	%	0,24
Na	%	0,05			
K	%	0,48	Fibra indigestible conejos	%	3,8
Cl	%	0,14	Energía digestible conejos	kcal/kg	3,000
Mg	%	0,12			
Na + K - Cl	meq/kg	+105	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3,175
Energía bruta	kcal/kg	3,780	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2,662
Lisina	%	0,37	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,96
Metionina	%	0,17	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,95
Metionina + Cistina	%	0,42	PDIA rumiantes	%	2,3
Triptófano	%	0,11	PDIN rumiantes	%	6,6
Treonina	%	0,34	PDIE rumiantes	%	8,4
Glicina + Serina	%	0,81	Proteína digestible rumiantes	%	7,1
Leucina	%	0,70			
Isoleucina	%	0,38			
Valina	%	0,53			
Histidina	%	0,22			
Arginina	%	0,50			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,86			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:				
- Pollos de carne	%	6-12 según edad	- Pollitas	% 6-12 según edad
- Gallinas reproductoras	%	30	- Gallinas ponedoras	% 30
Otras aves de carne:				
- Crecimiento/terminación	%	30	- Reproductoras	% 30
Cerdos:				
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	% 30
- Cerdos cebo crecimiento	%	sin limitación	- Cerdos cebo terminación	% sin limitación
- Cerdas gestantes	%	" "	- Cerdas madres	% " "
Conejos:				
- Conejas y gazapos	%	30	- Conejos cebo	% 30
Bovinos:				
- Terneros destete	%	30	- Terneros cebo	% sin limitación
- Vacas lecheras	%	sin limitación		
Ovinos y caprinos:				
- Corderos y chivos	%	30	- Ovejas y cabras	% " "

CEBADA SEIS CARRERAS

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	86	PAR	%	---
Materia mineral	%	2,30	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.695
Proteína bruta	%	9,2	Lisina aves	%	0,22
Materia grasa	%	1,8	Metionina aves	%	0,14
Fibra bruta	%	5,6	Metionina + cistina aves	%	0,32
			Triptófano aves	%	0,07
			Treonina aves	%	0,21
Almidón	%	49,5			
Azúcares	%	1,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.890
ADF	%	6,5	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.810
NDF	%	18,0	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.146
AD Lignina	%	1,1	Lisina cerdos	%	0,26
C18:2	%	0,90	Metionina cerdos	%	0,11
Ca	%	0,05	Metionina + cistina cerdos	%	0,29
P	%	0,36	Triptófano cerdos	%	0,07
P disponible	%	0,17	Treonina cerdos	%	0,22
Na	%	0,04			
K	%	0,44	Fibra indigestible conejos	%	4,1
Cl	%	0,14	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.950
Mg	%	0,12			
Na + K - Cl	meq/kg	+ 91	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.129
Energía bruta	kcal/kg	3.770	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.623
Lisina	%	0,35	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	100
Metionina	%	0,16	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,99
Metionina + Cistina	%	0,41	PDIA rumiantes	%	2,3
Triptófano	%	0,10	PDIN rumiantes	%	6,0
Treonina	%	0,31	PDIE rumiantes	%	8,5
Glicina + Serina	%	0,78	Proteína digestible rumiantes	%	6,4
Leucina	%	0,64			
Isoleucina	%	0,35			
Valina	%	0,50			
Histidina	%	0,20			
Arginina	%	0,48			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,79			

LÍMITE MÁXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:				
- Pollos de carne	%	5-10 según edad	- Pollitas	% 5-10 según edad
- Gallinas reproductoras	%	25	- Gallinas ponedoras	% 25
Otras aves de carne:				
- Crecimiento/terminación	%	25	- Reproductoras	% 25
Cerdos:				
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	% 25
- Cerdos cebo crecimiento	%	sin limitación	- Cerdos cebo terminación	% sin limitación
- Cerdas gestantes	%	" "	- Cerdas madres	% " "
Conejos:				
- Conejas y gazapos	%	30	- Conejos cebo	% 30
Bovinos:				
- Terneros destete	%	sin limitación	- Terneros cebo	% sin limitación
- Vacas lecheras	%	" "		
Ovinos y caprinos:				
- Corderos y chivos	%	" "	- Ovejas y cabras	% " "

211/212 )

) SUBPRODUCTOS DE MOLINERIA

213/214 )

El problema de los subproductos de molinería es su caracterización. Lo mejor es guiarse por los contenidos en fibra, almidón y proteína:

	FB min.	FB max.	Almidón min.
Salvado fino	12	8	20
Tercerillas	12	6	30
Harinillas	12	8	20

y ajustar el valor energético al contenido en fibra bruta:

EM Aves = 39,68 - 100 FB

ED Cerdos = 43,47 MS - 137 FB

SALVADO FINO DE TRIGO BLANCO

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	87	PAR	%	---
Materia mineral	%	5,60	Energía metabolizable aves	kcal/kg	1.440
Proteína bruta	%	15,0	Lisina aves	%	0,40
Materia grasa	%	4,0	Metionina aves	%	0,14
Fibra bruta	%	9,6	Metionina + cistina aves	%	0,38
			Triptófano aves	%	0,18
			Treonina aves	%	0,37
Almidón	%	16,5	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.450
Azúcares	%	4,7	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.355
ADF	%	12,0	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.525
NDF	%	40,0	Lisina cerdos	%	0,42
AD Lignina	%	2,7	Metionina cerdos	%	0,16
C18:2	%	1,90	Metionina + cistina cerdos	%	0,39
Ca	%	0,13	Triptófano cerdos	%	0,17
P	%	1,20	Treonina cerdos	%	0,36
P disponible	%	0,60			
Na	%	0,04	Fibra indigestible conejos	%	6,8
K	%	1,27	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.200
Cl	%	0,07			
Mg	%	0,50	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.725
Na + K - Cl	meq/kg	+312	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.272
Energía bruta	kcal/kg	3.950	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,78
Lisina	%	0,56	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,73
Metionina	%	0,20	PDIA rumiantes	%	3,6
Metionina + Cistina	%	0,50	PDIN rumiantes	%	9,9
Triptófano	%	0,24	PDIE rumiantes	%	8,4
Treonina	%	0,54	Proteína digestible rumiantes	%	11,9
Glicina + Serina	%	1,50			
Leucina	%	0,95			
Isoleucina	%	0,52			
Valina	%	0,73			
Histidina	%	0,39			
Arginina	%	1,05			
Fenilalanina + Tirosina	%	1,02			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	5	- Pollitas	%	5
- Gallinas reproductoras	%	15	- Gallinas ponedoras	%	15
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	10	- Reproductoras	%	15
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	10
- Cerdos cebo crecimiento	%	sin limitación	- Cerdos cebo terminación	%	sin limitación
- Cerdas gestantes	%	" "	- Cerdas madres	%	" "
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	sin limitación	- Conejos cebo	%	sin limitación
Bovinos:					
- Terneros destete	%	sin limitación	- Terneros cebo	%	" "
- Vacas lecheras	%	" "			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	sin limitación	- Ovejas y cabras	%	" "

SALVADO GRUESO DE TRIGO BLANDO

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	87	PAR	%	---
Materia mineral	%	5,80	Energía metabolizable aves	kcal/kg	1.440
Proteína bruta	%	14,7	Lisina aves	%	0,37
Materia grasa	%	4,0	Metionina aves	%	0,14
Fibra bruta	%	10,6	Metionina + cistina aves	%	0,35
			Triptófano aves	%	0,18
Almidón	%	16,5	Treonina aves	%	0,35
Azúcares	%	4,7			
ADF	%	13,9	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.300
NDF	%	46,1	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.210
AD Lignina	%	3,1	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.433
CIB:2	%	1,90	Lisina cerdos	%	0,40
Ca	%	0,14	Metionina cerdos	%	0,15
P	%	1,30	Metionina + cistina cerdos	%	0,37
P disponible	%	0,60	Triptófano cerdos	%	0,16
Na	%	0,01	Treonina cerdos	%	0,34
K	%	1,20			
Cl	%	0,06	Fibra indigestible conejos	%	7,4
Mg	%	0,40	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.180
Na + K - Cl	meq/kg	+295			
Energía bruta	kcal/kg	3.940	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.561
Lisina	%	0,55	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.140
Metionina	%	0,20	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,74
Metionina + Cistina	%	0,49	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,67
Triptófano	%	0,24	PDIA rumiantes	%	3,0
Treonina	%	0,53	PDIN rumiantes	%	9,2
Glicina + Serina	%	1,47	PDIE rumiantes	%	8,3
Leucina	%	0,93	Proteína digestible rumiantes	%	10,6
Isoleucina	%	0,51			
Valina	%	0,72			
Histidina	%	0,38			
Arginina	%	1,03			
Fenilalanina + Tirosina	%	1,00			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	5	- Pollitas	%	5
- Gallinas reproductoras	%	15	- Gallinas ponedoras	%	15
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	10	- Reproductoras	%	15
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	10
- Cerdos cebo crecimiento	%	sin limitación	- Cerdos cebo terminación	%	sin limitación
- Cerdas gestantes	%	" "	- Cerdas madres	%	" "
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	" "	- Conejos cebo	%	" "
Bovinos:					
- Terneros destete	%	" "	- Terneros cebo	%	" "
- Vacas lecheras	%	" "			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	" "	- Ovejas y cabras	%	" "

TERCERILLAS DE TRIGO BLANCO

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	87	PAR	%	---
Materia mineral	%	2,80	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.720
Proteína bruta	%	15,5	Lisina aves	%	0,42
Materia grasa	%	3,8	Metionina aves	%	0,16
Fibra bruta	%	4,1	Metionina + cistina aves	%	0,39
			Triptófano aves	%	0,16
			Treonina aves	%	0,34
Almidón	%	33,6			
Azúcares	%	5,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.100
ADF	%	5,0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.980
NDF	%	18,0	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.084
AD Lignina	%	2,0	Lisina cerdos	%	0,42
C18:2	%	1,95	Metionina cerdos	%	0,17
Ca	%	0,10	Metionina + cistina cerdos	%	0,41
P	%	0,67	Triptófano cerdos	%	0,14
P disponible	%	0,27	Treonina cerdos	%	0,30
Na	%	0,05			
K	%	0,70	Fibra indigestible conejos	%	2,9
Cl	%	0,04	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.765
Mg	%	0,20			
Na + K - Cl	meq/kg	+190	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.923
Energía bruta	kcal/kg	3.950	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.451
Lisina	%	0,58	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,88
Metionina	%	0,22	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,84
Metionina + Cistina	%	0,52	PDIA rumiantes	%	3,7
Triptófano	%	0,20	PDIN rumiantes	%	10,4
Treonina	%	0,50	PDIE rumiantes	%	9,0
Glicina + Serina	%	1,43	Proteína digestible rumiantes	%	11,5
Leucina	%	1,00			
Isoleucina	%	0,55			
Valina	%	0,90			
Histidina	%	0,38			
Arginina	%	1,01			
Fenilalanina + Tirosina	%	1,13			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	5	- Pollitas	%	5
- Gallinas reproductoras	%	15	- Gallinas ponedoras	%	15
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	10	- Reproductoras	%	15
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	10
- Cerdos cebo crecimiento	%	sin limitación	- Cerdos cebo terminación	%	sin limitación
- Cerdos gestantes	%	" "	- Cerdos madres	%	" "
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	" "	- Conejos cebo	%	" "
Bovinos:					
- Terneros destete	%	" "	- Terneros cebo	%	" "
- Vacas lecheras	%	" "			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	" "	- Ovejas y cabras	%	" "

## HARINILLAS DE TRIGO BLANDO

### VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	87	PAR	%	---
Materia mineral	%	4,40	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.100
Proteína bruta	%	15,1	Lisina aves	%	0,50
Materia grasa	%	4,4	Metionina aves	%	0,17
Fibra bruta	%	7,0	Metionina + cistina aves	%	0,39
			Triptófano aves	%	0,16
			Treonina aves	%	0,35
Almidón	%	23,0			
Azúcares	%	5,5	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.800
ADF	%	8,8	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.690
NDF	%	30,8	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.786
AD Lignina	%	2,1	Lisina cerdos	%	0,50
C18:2	%	1,90	Metionina cerdos	%	0,18
Ca	%	0,11	Metionina + cistina cerdos	%	0,41
P	%	0,85	Triptófano cerdos	%	0,14
P disponible	%	0,35	Treonina cerdos	%	0,31
Na	%	0,05			
K	%	0,95	Fibra indigestible conejos	%	5,0
Cl	%	0,04	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.515
Mg	%	0,32			
Na + K - Cl	meq/kg	+254	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.255
Energía bruta	kcal/kg	3.970	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.729
Lisina	%	0,69	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,01
Metionina	%	0,23	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,97
Metionina + Cistina	%	0,52	PDIA rumiantes	%	3,5
Triptófano	%	0,20	PDIN rumiantes	%	10,2
Treonina	%	0,52	PDIE rumiantes	%	9,5
Glicina + Serina	%	1,51	Proteína digestible rumiantes	%	12,4
Leucina	%	0,96			
Isoleucina	%	0,51			
Valina	%	0,79			
Histidina	%	0,39			
Arginina	%	1,04			
Fenilalanina + Tirosina	%	1,07			

### LÍMITE MÁXIMO DE INCORPORACIÓN

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	5	- Pollitas	%	5
- Gallinas reproductoras	%	15	- Gallinas ponedoras	%	15
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	10	- Reproductoras	%	15
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	10
- Cerdos cebo crecimiento	%	sin limitación	- Cerdos cebo terminación	%	sin limitación
- Cerdas gestantes	%	" "	- Cerdas madres	%	" "
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	" "	- Conejos cebo	%	" "
Bovinos:					
- Terneros destete	%	" "	- Terneros cebo	%	" "
- Vacas lecheras	%	" "			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	" "	- Ovejas y cabras	%	" "





SLUTEN FEED

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	90	PAR	%	---
Materia mineral	%	5,4	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.100
Proteína bruta	%	21,0	Lisina aves	%	0,50
Materia grasa	%	3,0	Metionina aves	%	0,32
Fibra bruta	%	8,3	Metionina + cistina aves	%	0,74
			Triptófano aves	%	0,13
			Treonina aves	%	0,61
Almidón	%	21,0			
Azúcares	%	2,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.600
ADF	%	10,0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.455
NDF	%	30,1	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.895
AD Lignina	%	1,2	Lisina cerdos	%	0,28
C18:2	%	1,34	Metionina cerdos	%	0,20
Ca	%	0,28	Metionina + cistina cerdos	%	0,49
P	%	0,70	Triptófano cerdos	%	0,05
P disponible	%	0,23	Treonina cerdos	%	0,39
Na	%	0,10			
K	%	0,60	Fibra indigestible conejos	%	4,00
Cl	%	0,25	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.400
Mg	%	0,35			
Na + K - Cl	meq/kg	+127	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.416
Energía bruta	kcal/kg	4.050	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.817
Lisina	%	0,69	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,05
Metionina	%	0,39	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	1,04
Metionina + Cistina	%	0,97	PDIA rumiantes	%	6,1
Triptófano	%	0,16	PDIN rumiantes	%	14,1
Treonina	%	0,33	FDIE rumiantes	%	11,7
Glicina + Serina	%	1,91	Proteína digestible rumiantes	%	16,0
Leucina	%	2,10			
Isoleucina	%	0,68			
Valina	%	1,05			
Histidina	%	0,72			
Arginina	%	0,83			
Fenilalanina + Tirosina	%	1,43			

LÍMITE MÁXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:				
- Pollos de carne	%	3-5 según edad	- Pollitas	% 3-7 según edad
- Gallinas reproductoras	%	7	- Gallinas ponedoras	% 7
Otras aves de carne:				
- Crecimiento/terminación	%	3-7 según edad	- Reproductoras	% 7
Cerdos:				
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	% 5
- Cerdos cebo crecimiento	%	10	- Cerdos cebo terminación	% 10
- Cerdas gestantes	%	10	- Cerdas madres	% 10
Conejos:				
- Conejas y gazapos	%	10	- Conejos cebo	% 10
Bovinos:				
- Terneros destete	%	5	- Terneros cebo	% 10
- Vacas lecheras	%	15		
Ovinos y caprinos:				
- Corderos y chivos	%	5	- Ovejas y cabras	% 10

HOMINY FEEDVALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	91	PAR	%	---
Materia mineral	%	3,0	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.500
Proteína bruta	%	10,0	Lisina aves	%	0,25
Materia grasa	%	6,0	Metionina aves	%	0,13
Fibra bruta	%	6,0	Metionina + cistina aves	%	0,27
			Triptófano aves	%	0,08
			Treonina aves	%	0,21
Almidón	%	44,0			
Azúcares	%	1,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.444
ADF	%	7,2	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3.360
NDF	%	21,8	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.355
AD Lignina	%	0,8	Lisina cerdos	%	0,16
ClB:2	%	1,0	Metionina cerdos	%	0,08
Ca	%	0,05	Metionina + cistina cerdos	%	0,17
P	%	0,50	Triptófano cerdos	%	0,03
P disponible	%	0,17	Treonina cerdos	%	0,14
Na	%	0,05			
K	%	0,33	Fibra indigestible conejos	%	---
Cl	%	0,14	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Mg	%	0,20			
Na + K - Cl	meq/kg	+ 67	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	---
Energía bruta	kcal/kg	3.450	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.345
Lisina	%	0,39	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,90
Metionina	%	0,16	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,90
Metionina + Cistina	%	0,34	PDIA rumiantes	%	---
Triptófano	%	0,10	PDIN rumiantes	%	---
Treonina	%	0,30	PDIE rumiantes	%	---
Glicina + Serina	%	0,99	Proteína digestible rumiantes	%	7,3
Leucina	%	0,87			
Isoleucina	%	0,34			
Valina	%	0,52			
Histidina	%	0,27			
Arginina	%	0,66			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,77			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	5
- Gallinas reproductoras	%	10	- Gallinas ponedoras	%	10
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	10	- Reproductoras	%	10
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	5
- Cerdos cebo crecimiento	%	15	- Cerdos cebo terminación	%	15
- Cerdas gestantes	%	10	- Cerdas madres	%	10
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	10	- Conejos cebo	%	10
Bovinos:					
- Terneros destete	%	7	- Terneros cebo	%	15
- Vacas lecheras	%	25			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	7	- Ovejas y cabras	%	15

TORTA DE GERMEN DE MAIZ

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	91	PAR	%	---
Materia mineral	%	2,9	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.100
Proteína bruta	%	19,5	Lisina aves	%	0,66
Materia grasa	%	1,8	Metionina aves	%	0,29
Fibra bruta	%	10,5	Metionina + cistina aves	%	0,58
			Triptófano aves	%	0,17
			Treonina aves	%	0,56
Almidón	%	35,0			
Azúcares	%	1,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.600
ADF	%	12,9	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.470
NDF	%	43,6	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.850
AD Lignina	%	1,1	Lisina cerdos	%	0,37
C18:2	%	0,80	Metionina cerdos	%	0,18
Ca	%	0,09	Metionina + cistina cerdos	%	0,38
P	%	0,50	Triptófano cerdos	%	0,07
P disponible	%	0,17	Treonina cerdos	%	0,17
Na	%	0,03			
K	%	0,25	Fibra indigestible conejos	%	5,1
Cl	%	0,08	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.400
Mg	%	0,15			
Na + K - Cl	meq/kg	+ 54	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.420
Energía bruta	kcal/kg	4.120	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.871
Lisina	%	0,90	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,96
Metionina	%	0,35	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	1,04
Metionina + Cistina	%	0,76	PDIA rumiantes	%	8,8
Triptófano	%	0,20	PDIN rumiantes	%	14,2
Treonina	%	0,76	PDIE rumiantes	%	14,8
Glicina + Serina	%	1,93	Proteína digestible rumiantes	%	13,1
Leucina	%	1,66			
Isoleucina	%	0,68			
Valina	%	1,17			
Histidina	%	0,59			
Arginina	%	1,35			
Fenilalanina + Tirosina	%	1,54			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	7
- Gallinas reproductoras	%	7	- Gallinas ponedoras	%	7
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	3-7 según edad	- Reproductoras	%	7
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	5
- Cerdos cebo crecimiento	%	10	- Cerdos cebo terminación	%	10
- Cerdas gestantes	%	10	- Cerdas madres	%	10
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	10	- Conejos cebo	%	10
Bovinos:					
- Terneros destete	%	5	- Terneros cebo	%	10
- Vacas lecheras	%	15			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	5	- Ovejas y cabras	%	10

231/232 SUBPRODUCTOS DE CERVECERIA

La cebadilla es el subproducto deshidratado de la industria cervecera.

Está compuesto de las envolturas celulósicas (glumelas) de la malta triturada más las sustancias adherentes que no han sido solubilizadas en el transcurso de las operaciones de mezcla (cantidades variables de almidón, mayor parte de los pentosanos, materias grasas, proteínas coaguladas durante la cocción del mosto y minerales).

Las raicillas de cebada se obtienen por deshidratación de la cebada germinada y están constituidas de las raicillas de las semillas y de los restos del cariopside y de la parte aérea.

Son productos muy apetecibles para los rumiantes.

C E B A D I L L A S

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	85	PAR	%	---
Materia mineral	%	4,3	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	25,5	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	7,3	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	12,8	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
Almidón	%	---	Treonina aves	%	---
Azúcares	%	---			
ADF	%	17,5	Energía digestible cerdos	kcal/kg	---
NDF	%	44,6	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	---
AD Lignina	%	4,0	Energía neta cerdos	kcal/kg	---
ClB:2	%	---	Lisina cerdos	%	---
Ca	%	0,28	Metionina cerdos	%	---
P	%	0,48	Metionina + cistina cerdos	%	---
P disponible	%	---	Triptófano cerdos	%	---
Na	%	---	Treonina cerdos	%	---
K	%	---			
Cl	%	---	Fibra indigestible conejos	%	---
Mg	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Na + K - Cl	eq/kg	---			
Energía bruta	kcal/kg	4.335	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.856
Lisina	%	---	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.304
Metionina	%	---	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,78
Metionina + Cistina	%	---	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,71
Triptófano	%	---	PDIA rumiantes	%	13,3
Treonina	%	---	PDI-N rumiantes	%	19,0
Metionina + Serina	%	---	PDI-E rumiantes	%	16,1
Leucina	%	---	Proteína digestible rumiantes	%	20,3
Isoleucina	%	---			
Valina	%	---			
Histidina	%	---			
Arginina	%	---			
Fenilalanina + Tirosina	%	---			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

<u>Pollos y gallinas:</u>					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
<u>Otras aves de carne:</u>					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
<u>Cerdos:</u>					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
<u>Conejos:</u>					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
<u>Bovinos:</u>					
- Terneros destete	%	10	- Terneros cebo	%	10
- Vacas lecheras	%	15			
<u>Ovinos y caprinos:</u>					
- Corderos y chivos	%	10	- Ovejas y cabras	%	10

RAICILLA DE CEBADA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	90	PA <sup>2</sup>	%	---
Materia mineral	%	5,9	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	23,0	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	2,1	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	1,1	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
Almidón	%	---	Treonina aves	%	---
Azúcares	%	---			
ADF	%	0,9	Energía digestible cerdos	kcal/kg	---
NDF	%	8,5	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	---
AD Lignina	%	0,5	Energía neta cerdos	kcal/kg	---
ClB:2	%	---	Lisina cerdos	%	---
Ca	%	0,24	Metionina cerdos	%	---
P	%	0,68	Metionina + cistina cerdos	%	---
P disponible	%	---	Triptófano cerdos	%	---
Na	%	---	Treonina cerdos	%	---
K	%	---			
Cl	%	---	Fibra indigestible conejos	%	---
Mg	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Na + K - Cl	meq/kg	---			
Energía bruta	kcal/kg	3.987	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.880
Lisina	%	---	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.376
Metionina	%	---	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,84
Metionina + Cistina	%	---	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,79
Triptófano	%	---	PDIA rumiantes	%	4,6
Treonina	%	---	PDIN rumiantes	%	14,9
Glicina + Serina	%	---	PDIE rumiantes	%	9,7
Leucina	%	---	Proteína digestible rumiantes	%	17,7
Isoleucina	%	---			
Valina	%	---			
Histidina	%	---			
Arginina	%	---			
Fenilalanina + Tirosina	%	---			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	10	- Terneros cebo	%	10
- Vacas lecheras	%	15			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	10	- Ovejas y cabras	%	10

## 241 SUBPRODUCTOS DE DESTILERIA

Los DDGS (Distillers dried grains with solubles) son el subproducto de la producción de alcohol de cereales. Se separa la parte sólida (wet distiller grains) de la parte soluble y se deshidratan aparte las dos fracciones antes de reunir las.

Este producto se puede usar en todas las especies animales.

En aves es un producto interesante en época de calor para evitar los problemas de hígado graso de las ponedoras.

En cerdos reproductores es un alimento de lastre que disminuye los problemas del tránsito intestinal.

En rumiantes su incorporación activa el desarrollo de flora bacteriana del rumen y facilita el destete de los terneros, corderos y chivos.

D D S

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	91	PAR	%	---
Materia mineral	%	4,6	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2,375
Proteína bruta	%	26,9	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	7,9	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	6,2	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
Almidón	%	---	Treonina aves	%	---
Azúcares	%	---			
ADF	%	7,6	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2,910
NDF	%	26,3	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2,740
AD Lignina	%	1,0	Energía neta cerdos	kcal/kg	1,690
CIB:2	%	3,9	Lisina cerdos	%	---
Ca	%	0,16	Metionina cerdos	%	---
P	%	0,70	Metionina + cistina cerdos	%	---
P disponible	%	0,60	Triptófano cerdos	%	---
Na	%	0,05	Treonina cerdos	%	---
K	%	0,90			
Cl	%	0,18	Fibra indigestible conejos	%	---
Mg	%	0,28	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Na + K - Cl	meq/kg	+201			
Energía bruta	kcal/kg	4,320	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3,510
Lisina	%	0,70	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2,848
Metionina	%	0,54	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,06
Metionina + Cistina	%	0,91	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	1,03
Triptófano	%	0,21	PDIA rumiantes	%	7,4
Treonina	%	0,97	PDIA rumiantes	%	17,6
Glicina + Serina	%	2,29	PDIE rumiantes	%	12,6
Leucina	%	2,25	Proteína digestible rumiantes	%	22,7
Isoleucina	%	1,26			
Valina	%	1,47			
Histidina	%	0,62			
Arginina	%	1,00			
Fenilalanina + Tirosina	%	2,18			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	5	- Gallinas ponedoras	%	5
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	5
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	5	- Cerdas madres	%	5
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	10	- Terneros cebo	%	10
- Vacas lecheras	%	10			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	10	- Ovejas y cabras	%	10



## 251 SUBPRODUCTOS DE ARROZ

El subproducto más importante es el salvado de arroz por su alto contenido en materia grasa.

El problema es la conservación de este producto de alto riesgo de enranciamiento. Por eso se debe exigir la adición de antioxidantes en el momento mismo de su producción.

SALVADO DE ARROZ INTEGRAL

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	90	PAR	%	---
Materia mineral	%	10,7	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	12,8	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	13,8	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	11,6	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	---			
Azúcares	%	---	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.800
ADF	%	---	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.700
NDF	%	---	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.449
AD Lignina	%	---	Lisina cerdos	%	---
C18:2	%	---	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	0,07	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	1,40	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	0,14	Treonina cerdos	%	---
Na	%	0,05			
K	%	1,50	Fibra indigestible conejos	%	---
Cl	%	0,06	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Mg	%	0,85			
Na + K - Cl	meq/kg	+389	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	---
Energía bruta	kcal/kg	4.170	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	---
Lisina	%	0,56	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	---
Metionina	%	0,22	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	---
Metionina + Cistina	%	0,42	PDIA rumiantes	%	---
Triptófano	%	0,13	PDIN rumiantes	%	---
Treonina	%	0,44	PDIE rumiantes	%	---
Glicina + Serina	%	1,22	Proteína digestible rumiantes	%	---
Leucina	%	0,90			
Isoleucina	%	0,51			
Valina	%	0,77			
Histidina	%	0,34			
Arginina	%	0,97			
Fenilalanina + Tirosina	%	1,19			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	15	- Cerdos cebo terminación	%	15
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	0
- Vacas lecheras	%	0			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	0

311)

312) MELAZAS Y VINAZAS

313)

Las melazas de remolacha y de caña son subproductos líquidos de la producción de azúcar.

El alto contenido en azúcar, además de su interés nutricional en monogástricos y rumiantes, es interesante desde el punto de vista tecnológico para la aglomeración de los piensos granulados.

En los piensos de rumiantes, puede surgir un problema de grumos en el pienso en presencia de urea (la urea es higroscópica y durante la reacción endotérmica de la urea y del agua de las vinazas y melazas, se obtiene un cristal que se deshace para dar los grumos).

## MELAZA DE REMOLACHA

### VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	77	PAR	%	---
Materia mineral	%	8,9	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.550
Proteína bruta	%	7,7	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	0,3	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	0,3	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	0			
Azúcares	%	48,5	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.600
ADF	%	0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.530
NDF	%	0	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.618
AD Lignina	%	0	Lisina cerdos	%	---
CIB:2	%	0	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	0,25	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	0,02	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	0,01	Treonina cerdos	%	---
Na	%	1,00			
K	%	4,00	Fibra indigestible conejos	%	0
Cl	%	1,30	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.600
Mg	%	0,25			
Na + K - Cl	meq/kg	+1,093	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.540
Energía bruta	kcal/kg	2.290	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.000
Lisina	%	0,04	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,78
Metionina	%	0,05	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,75
Metionina + Cistina	%	0,10	PDIA rumiantes	%	0
Triptófano	%	0,10	PDIN rumiantes	%	4,4
Treonina	%	0,06	PDIE rumiantes	%	5,5
Glicina + Serina	%	0,36	Proteína digestible rumiantes	%	5,6
Leucina	%	0,22			
Isoleucina	%	0,23			
Valina	%	0,17			
Histidina	%	0			
Arginina	%	0,02			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,34			

### LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	1	- Pollitas	%	1
- Gallinas reproductoras	%	1	- Gallinas ponedoras	%	1
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	1	- Reproductoras	%	1
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	2
- Cerdos cebo crecimiento	%	5	- Cerdos cebo terminación	%	5
- Cerdas gestantes	%	5	- Cerdas madres	%	5
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	2	- Conejos cebo	%	2
Bovinos:					
- Terneros destete	%	4	- Terneros cebo	%	10
- Vacas lecheras	%	10			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	4	- Ovejas y cabras	%	10

## MELAZA DE CAÑA

### VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	75	PAR	%	---
Materia mineral	%	8,4	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.230
Proteína bruta	%	3,4	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	0	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	0	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	0			
Azúcares	%	46,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.530
ADF	%	0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.530
NDF	%	0	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.599
AD Lignina	%	0	Lisina cerdos	%	---
C18:2	%	0	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	0,7	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	0,08	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	0,04	Treonina cerdos	%	---
Na	%	0,13			
K	%	2,50	Fibra indigestible conejos	%	0
Cl	%	2,00	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.550
Mg	%	0,35			
Na + K - Cl	meq/kg	+133	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.280
Energía bruta	kcal/kg	2.850	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	1.880
Lisina	%	0,02	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,67
Metionina	%	0,02	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,67
Metionina + Cistina	%	0,04	PDIA rumiantes	%	0
Triptófano	%	---	PDIN rumiantes	%	1,9
Treonina	%	0,05	PDIE rumiantes	%	5,1
Glicina + Serina	%	0,12	Proteína digestible rumiantes	%	0,9
Leucina	%	0,04			
Isoleucina	%	0,04			
Valina	%	0,08			
Histidina	%	0,01			
Arginina	%	0,02			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,05			

### LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	1	- Pollitas	%	1
- Gallinas reproductoras	%	1	- Gallinas ponedoras	%	1
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	1	- Reproductoras	%	1
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	2
- Cerdos cebo crecimiento	%	5	- Cerdos cebo terminación	%	5
- Cerdos gestantes	%	5	- Cerdos madres	%	5
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	2	- Conejos cebo	%	2
Bovinos:					
- Terneros destete	%	4	- Terneros cebo	%	10
- Vacas lecheras	%	10			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	4	- Ovejas y cabras	%	10

V I N A Z A

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	70	PAR	%	---
Materia mineral	%	17,8	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	23,0	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	0	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	0	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
Almidón	%	0	Treonina aves	%	---
Azúcares	%	27			
ADF	%	0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	1.100
NDF	%	0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	1.015
AD Lignina	%	0	Energía neta cerdos	kcal/kg	760
CIB:2	%	0	Lisina cerdos	%	---
Ca	%	0,46	Metionina cerdos	%	---
P	%	0,13	Metionina + cistina cerdos	%	---
P disponible	%	---	Triptófano cerdos	%	---
Na	%	2,11	Treonina cerdos	%	---
K	%	4,58			
Cl	%	---	Fibra indigestible conejos	%	---
Mg	%	0,02	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Na + K - Cl	meq/kg	---			
Energía bruta	kcal/kg	2.140	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	1.100
Lisina	%	0,11	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	1.000
Metionina	%	0,09	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,55
Metionina + Cistina	%	0,17	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,52
Triptófano	%	---	PDIA rumiantes	%	1,6
Treonina	%	0,15	PDN rumiantes	%	17,3
Glicina + Serina	%	0,55	PDSE rumiantes	%	5,5
Leucina	%	0,17	Proteína digestible rumiantes	%	17,9
Isoleucina	%	0,09			
Valina	%	0,20			
Histidina	%	0,21			
Arginina	%	0,09			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,29			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	3
- Vacas lecheras	%	3			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Dvejas y cabras	%	3

321)

431)

331) PULPAS DE REMOLACHA, PATATA, MANZANA, AGRIOS Y UVA

341)

342)

Son materias primas de lastre, de buen valor energético, que permiten abaratar los piensos de cerdos, conejos y, sobre todo, rumiantes.

PULPA DE REMOLACHA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	90	PAR	%	---
Materia mineral	%	5,4	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	8,8	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	1,0	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	18,0	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	1,0			
Azúcares	%	7,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.300
ADF	%	21,0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.250
NDF	%	37,0	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.760
AD Lignina	%	---	Lisina cerdos	%	---
C18:2	%	---	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	0,90	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	0,11	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	0,04	Treonina cerdos	%	---
Na	%	0,16			
K	%	0,20	Fibra indigestible conejos	%	5,0
Cl	%	0,10	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.900
Mg	%	0,30			
Na + K - Cl	meq/kg	+ 93	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.979
Energía bruta	kcal/kg	3.785	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.457
Lisina	%	0,54	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,91
Metionina	%	0,07	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,89
Metionina + Cistina	%	0,13	PDIA rumiantes	%	3,6
Triptófano	%	0,09	PDIN rumiantes	%	5,7
Treonina	%	0,39	PDIE rumiantes	%	9,5
Glicina + Serina	%	0,63	Proteína digestible rumiantes	%	4,8
Leucina	%	0,57			
Isoleucina	%	0,30			
Valina	%	0,45			
Histidina	%	0,22			
Arginina	%	0,31			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,67			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	10	- Cerdas madres	%	5
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	7	- Conejos cebo	%	7
Bovinos:					
- Terneros destete	%	15	- Terneros cebo	%	sin limitación
- Vacas lecheras	%	sin limitación			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	15	- Ovejas y cabras	%	' '



PULPA DE PATATA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	88	PAR	%	---
Materia mineral	%	3,1	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	5,2	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	0,5	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	14,0	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	33,0			
Azúcares	%	---	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.200
ADF	%	18,6	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3.150
NDF	%	36,7	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.935
AD Lignina	%	---	Lisina cerdos	%	---
C18:2	%	---	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	0,18	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	0,09	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	0,05	Treonina cerdos	%	---
Na	%	0,05			
K	%	0,90	Fibra indigestible conejos	%	---
Cl	%	0,04	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Mg	%	0,06			
Na + K - Cl	meq/kg	+241	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.940
Energía bruta	kcal/kg	3.680	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.490
Lisina	%	0,26	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,95
Metionina	%	0,06	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,94
Metionina + Cistina	%	0,10	PDIA rumiantes	%	1,8
Triptófano	%	0,03	PDIN rumiantes	%	3,6
Treonina	%	0,16	PDIE rumiantes	%	8,1
Glicina + Serina	%	0,37	Proteína digestible rumiantes	%	1,6
Leucina	%	0,29			
Isoleucina	%	0,17			
Valina	%	0,27			
Histidina	%	0,10			
Arginina	%	0,17			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,37			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	5	- Cerdos cebo terminación	%	5
- Cerdas gestantes	%	5	- Cerdas madres	%	5
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	5	- Terneros cebo	%	10
- Vacas lecheras	%	10			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	5	- Ovejas y cabras	%	10

PUEPA DE MANZANA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	90	PAR	%	---
Materia mineral	%	2,7	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	5,7	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	4,4	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	23,9	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	14,2			
Azúcares	%	4,4	Energía digestible cerdos	kcal/kg	1.450
ADF	%	42,0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	1.450
NDF	%	47,6	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.110
AD Lignina	%	---	Lisina cerdos	%	0
Cl18:2	%	1,0	Metionina cerdos	%	0
Ca	%	0,17	Metionina + cistina cerdos	%	0
P	%	0,14	Triptófano cerdos	%	0
P disponible	%	0,05	Treonina cerdos	%	0
Na	%	0,03			
K	%	0,58	Fibra indigestible conejos	%	19,4
Cl	%	0,07	Energía digestible conejos	kcal/kg	1.640
Mg	%	0,08			
Na + K - Cl	meq/kg	+139	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.604
Energía bruta	kcal/kg	4.090	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	1.900
Lisina	%	---	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,67
Metionina	%	---	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,57
Metionina + Cistina	%	---	PDIA rumiantes	%	3,1
Triptófano	%	---	PDIN rumiantes	%	3,5
Treonina	%	---	PDIE rumiantes	%	5,5
Glicina + Serina	%	---	Proteína digestible rumiantes	%	7,6
Leucina	%	---			
Isoleucina	%	---			
Valina	%	---			
Histidina	%	---			
Arginina	%	---			
Fenilalanina + Tirosina	%	---			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas: :					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	3	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	3	- Conejos cebo	%	3
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	0
- Vacas lecheras	%	0			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	0

PULPA DE AGRIO

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	90	PAR	%	---
Materia mineral	%	5,5	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	6,0	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	3,0	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	12,0	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	15,0			
Azúcares	%	20,8	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.900
ADF	%	14,0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.855
NDF	%	21,0	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.947
AD Lignina	%	1,2	Lisina cerdos	%	---
ClB:2	%	---	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	2,1	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	0,12	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	0,04	Treonina cerdos	%	---
Na	%	0,1			
K	%	0,55	Fibra indigestible conejos	%	5,1
Cl	%	0,06	Energía digestible conejos	kcal/kg	3.300
Mg	%	0,17			
Na + K - Cl	meq/kg	+128	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.220
Energía bruta	kcal/kg	3.880	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.714
Lisina	%	0,25	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,00
Metionina	%	0,06	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,99
Metionina + Cistina	%	0,10	PDIA rumiantes	%	1,8
Triptófano	%	0,06	PDIN rumiantes	%	4,2
Treonina	%	0,21	PDIE rumiantes	%	8,0
Glicina + Serina	%	0,57	Proteína digestible rumiantes	%	3,0
Leucina	%	0,36			
Isoleucina	%	0,22			
Valina	%	0,26			
Histidina	%	0,11			
Arginina	%	0,24			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,43			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	5	- Cerdas madres	%	3
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	10	- Conejos cebo	%	10
Bovinos:					
- Terneros destete	%	3	- Terneros cebo	%	15
- Vacas lecheras	%	25			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	5	- Ovejas y cabras	%	25

PULPA DE UVA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	88	PAR	%	---
Materia mineral	%	8,4	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	12,3	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	6,3	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	24,7	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
Almidón	%	---	Treonina aves	%	---
Azúcares	%	---			
ADF	%	58,5	Energía digestible cerdos	kcal/kg	1.940
NDF	%	67,4	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	1.870
AD Lignina	%	3,4	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.400
C18:2	%	---	Lisina cerdos	%	---
Ca	%	0,7	Metionina cerdos	%	---
P	%	0,35	Metionina + cistina cerdos	%	---
P disponible	%	0,12	Triptófano cerdos	%	---
Na	%	0,01	Treonina cerdos	%	---
K	%	1,60			
Cl	%	0,15	Fibra indigestible conejos	%	15,6
Mg	%	0,12	Energía digestible conejos	kcal/kg	1.200
Na + K - Cl	meq/kg	+372			
Energía bruta	kcal/kg	4.000	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	1.040
Lisina	%	0,93	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	840
Metionina	%	0,03	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,25
Metionina + Cistina	%	0,03	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,14
Triptófano	%	0,12	PDIA rumiantes	%	2,4
Treonina	%	0,50	PDIN rumiantes	%	2,8
Glicina + Serina	%	---	PDIE rumiantes	%	3,5
Leucina	%	---	Proteína digestible rumiantes	%	0
Isoleucina	%	---			
Valina	%	---			
Histidina	%	---			
Arginina	%	1,0			
Fenilalanina + Tirosina	%	---			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	5	- Cerdas madres	%	3
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	5	- Conejos cebo	%	5
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	5
- Vacas lecheras	%	5			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	5

- 351)  
352) SUBPRODUCTOS MUY CELULOSICOS: POSO DE CAFE, CASCARA DE  
361) CACAO, GRANILLA DE UVA, ORUJO DE ACEITUNA  
362)

El poso de café y la granilla de uva son una fuente concentrada de fibra indigestible en los piensos de conejos.

La cáscara de cacao se emplea en rumiantes más como factor de apetencia que como una fuente de nutrimentos.

Al contrario, el orujo de aceituna se debe reservar a los rumiantes por la poca apetencia que da a los piensos de conejos.

POSO DE CAFE

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	94	PAR	%	---
Materia mineral	%	1,2	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	11,6	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	20,5	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	47,2	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
Almidón	%	---	Treonina aves	%	---
Azúcares	%	---			
ADF	%	---	Energía digestible cerdos	kcal/kg	1.040
NDF	%	---	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	1.020
AD Lignina	%	---	Energía neta cerdos	kcal/kg	750
C18:2	%	---	Lisina cerdos	%	---
Ca	%	---	Metionina cerdos	%	---
P	%	---	Metionina + cistina cerdos	%	---
P disponible	%	---	Triptófano cerdos	%	---
Na	%	---	Treonina cerdos	%	---
K	%	---			
Cl	%	---	Fibra indigestible conejos	%	22,8
Mg	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.400
Na + K - Cl	meq/kg	---			
Energía bruta	kcal/kg	5.870	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	---
Lisina	%	0,20	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	---
Metionina	%	0,17	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	---
Metionina + Cistina	%	0,26	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	---
Triptófano	%	---	PDIA rumiantes	%	---
Treonina	%	---	PDIN rumiantes	%	---
Glicina + Serina	%	---	PDIE rumiantes	%	---
Leucina	%	---	Proteína digestible rumiantes	%	---
Isoleucina	%	---			
Valina	%	---			
Histidina	%	---			
Arginina	%	---			
Fenilalanina + Tirosina	%	---			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdos gestantes	%	2	- Cerdos madres	%	0
Conejos:					
- Conejos y gazapos	%	2	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	0
- Vacas lecheras	%	5			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	0

CASCARA DE CACAO

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	90	PAR	%	---
Materia mineral	%	7,6	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	16,5	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	4,5	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	15,0	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	---	Energía digestible cerdos	kcal/kg	---
Azúcares	%	---	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	---
ADF	%	33,8	Energía neta cerdos	kcal/kg	---
NDF	%	48,1	Lisina cerdos	%	---
AD Lignina	%	15,0	Metionina cerdos	%	---
C18:2	%	---	Metionina + cistina cerdos	%	---
Ca	%	0,30	Triptófano cerdos	%	---
P	%	0,35	Treonina cerdos	%	---
P disponible	%	0,04	Fibra indigestible conejos	%	---
Na	%	0,08	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
K	%	2,50			
Cl	%	0,15	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	345
Mg	%	0,40	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	690
Na + K - Cl	meq/kg	+633	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,20
Energía bruta	kcal/kg	4.150	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,10
Lisina	%	---	PDIA rumiantes	%	0,8
Metionina	%	---	PDIN rumiantes	%	7,2
Metionina + Cistina	%	---	PDIE rumiantes	%	1,6
Triptófano	%	---	Proteína digestible rumiantes	%	2,4
Treonina	%	---			
Glicina + Serina	%	---			
Leucina	%	---			
Isoleucina	%	---			
Valina	%	---			
Histidina	%	---			
Arginina	%	---			
Fenilalanina + Tirosina	%	---			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	3	- Terneros cebo	%	3
- Vacas lecheras	%	3			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	3	- Ovejas y cabras	%	3

GRANILLA DE UVAVALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	89	FAA	%	---
Materia mineral	%	3,4	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	10,0	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	1,4	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	14,8	Metionina + cistina aves	%	---
Almidón	%	---	Triptófano aves	%	---
Azúcares	%	---	Treonina aves	%	---
ADF	%	54,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	---
NDF	%	59,7	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	---
AD Lignina	%	---	Energía neta cerdos	kcal/kg	---
C18:2	%	---	Lisina cerdos	%	---
Ca	%	0,7	Metionina cerdos	%	---
P	%	0,35	Metionina + cistina cerdos	%	---
P disponible	%	0,04	Triptófano cerdos	%	---
Na	%	0,01	Treonina cerdos	%	---
K	%	1,60	Fibra indigestible conejos	%	28,3
Cl	%	0,15	Energía digestible conejos	kcal/kg	890
Mg	%	0,12	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	---
Na + K - Cl	meq/kg	+380	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	---
Energía bruta	kcal/kg	4.100	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,22
Lisina	%	0,41	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,13
Metionina	%	0,17	PCIA rumiantes	%	1,4
Metionina + Cistina	%	0,38	PCIN rumiantes	%	4,0
Triptófano	%	---	PCIE rumiantes	%	2,8
Treonina	%	0,20	Proteína digestible rumiantes	%	1,0
Glicina + Serina	%	0,91			
Leucina	%	0,61			
Isoleucina	%	0,41			
Valina	%	0,51			
Histidina	%	0,21			
Arginina	%	0,66			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,90			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	3	- Conejos cebo	%	3
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	0
- Vacas lecheras	%	0			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	0



ORUJO DE ACEITUNA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	89	PAR	%	---
Materia mineral	%	7,3	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	9,9	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	6,6	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	30,2	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	---	Energía digestible cerdos	kcal/kg	---
Azúcares	%	---	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	---
ADF	%	---	Energía neta cerdos	kcal/kg	---
NDF	%	---	Lisina cerdos	%	---
AD Lignina	%	---	Metionina cerdos	%	---
C18:2	%	---	Metionina + cistina cerdos	%	---
Ca	%	1,25	Triptófano cerdos	%	---
P	%	0,30	Treonina cerdos	%	---
P disponible	%	---			
Na	%	---	Fibra indigestible conejos	%	---
K	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Cl	%	---			
Mg	%	---	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	1.450
Na + K - Cl	meq/kg	---	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	1.215
Energía bruta	kcal/kg	---	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,42
Lisina	%	---	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,42
Metionina	%	---	PDIA rumiantes	%	0,5
Metionina + Cistina	%	---	FDN rumiantes	%	1,0
Triptófano	%	---	PDIE rumiantes	%	1,4
Treonina	%	---	Proteína digestible rumiantes	%	2,0
Glicina + Serina	%	---			
Leucina	%	---			
Isoleucina	%	---			
Valina	%	---			
Histidina	%	---			
Arginina	%	---			
Fenilalanina + Tirosina	%	---			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	5
- Vacas lecheras	%	5			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	5

411/421 MANDIOCA Y PATATA DULCE

Estos dos productos son sustitutos de cereales por su alto contenido en almidón.

Para la mandioca es importante vigilar la tasa de insoluble sulfúrico (arena) y de ácido cianhídrico así como la contaminación fúngica.

Para la patata dulce conviene también vigilar la contaminación fúngica.

M A N D I O C A

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	85	PAR	%	---
Materia mineral	%	5,2	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.850
Proteína bruta	%	2,6	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	0,7	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	4,6	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
Almidón	%	62,0	Treonina aves	%	---
Azúcares	%	2,5			
ADF	%	5,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.010
NDF	%	10,0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3.010
AD Lignina	%	---	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.144
ClB:2	%	---	Lisina cerdos	%	---
Ca	%	0,3	Metionina cerdos	%	---
P	%	0,19	Metionina + cistina cerdos	%	---
P disponible	%	0,06	Triptófano cerdos	%	---
Na	%	0,04	Treonina cerdos	%	---
K	%	1,10			
Cl	%	0,10	Fibra indigestible conejos	%	2,0
Mg	%	0,13	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.850
Na + K - Cl	meq/kg	+271			
Energía bruta	kcal/kg	3.400	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	0,96
Lisina	%	0,09	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	0
Metionina	%	0,03	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,96
Metionina + Cistina	%	0,06	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,97
Triptófano	%	0,02	PDIA rumiantes	%	0,8
Treonina	%	0,07	PDIN rumiantes	%	1,9
Glicina + Serina	%	0,17	PDIE rumiantes	%	7,4
Leucina	%	0,12	Proteína digestible rumiantes	%	0,9
Isoleucina	%	0,07			
Valina	%	0,09			
Histidina	%	0,03			
Arginina	%	0,12			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,12			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	15	- Pollitas	%	20
- Gallinas reproductoras	%	20	- Gallinas ponedoras	%	20
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	15	- Reproductoras	%	15
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	10
- Cerdos cebo crecimiento	%	30-40	- Cerdos cebo terminación	%	30-40
- Cerdas gestantes	%	15-20	- Cerdas madres	%	15-20
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	20	- Conejos cebo	%	20
Bovinos:					
- Terneros destete	%	5	- Terneros cebo	%	35
- Vacas lecheras	%	30			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	10	- Ovejas y cabras	%	30

PATATA DULCE

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	88	PAR	%	---
Materia mineral	%	2,5	Energía metabolizable aves	kcal/kg	3.150
Proteína bruta	%	3,7	Lisina aves	%	0,04
Materia grasa	%	0,7	Metionina aves	%	0,02
Fibra bruta	%	2,8	Metionina + cistina aves	%	0,02
			Triptófano aves	%	0,01
			Treonina aves	%	0,04
Almidón	%	64,5			
Azúcares	%	7,8	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.150
ADF	%	3,6	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3.150
NDF	%	4,6	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.310
AD Lignina	%	---	Lisina cerdos	%	---
C10:2	%	---	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	0,12	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	0,10	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	0,02	Treonina cerdos	%	---
Na	%	0,11			
K	%	1,04	Fibra indigestible conejos	%	0,3
Cl	%	0,75	Energía digestible conejos	kcal/kg	3.124
Mg	%	0,04			
Na + K - Cl	meq/kg	+198	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	---
Energía bruta	kcal/kg	3.675	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	---
Lisina	%	0,13	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	---
Metionina	%	0,05	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	---
Metionina + Cistina	%	0,09	PDIA rumiantes	%	---
Triptófano	%	0,03	PDIN rumiantes	%	---
Treonina	%	0,13	PDIE rumiantes	%	---
Glicina + Serina	%	0,27	Proteína digestible rumiantes	%	---
Leucina	%	0,18			
Isoleucina	%	0,13			
Valina	%	0,16			
Histidina	%	0,04			
Arginina	%	0,12			
Fenilalanina + Tirosina	%	0,23			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	15	- Pollitas	%	20
- Gallinas reproductoras	%	20	- Gallinas ponedoras	%	20
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	15	- Reproductoras	%	15
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	10
- Cerdos cebo crecimiento	%	30-40	- Cerdos cebo terminación	%	30-40
- Cerdos gestantes	%	10	- Cerdas madres	%	10
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	15	- Conejos cebo	%	15
Bovinos:					
- Terneros destete	%	5	- Terneros cebo	%	35
- Vacas lecheras	%	30			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	10	- Ovejas y cabras	%	30

#### 432 PROTEINAS DE PATATA

Las proteínas de patata son el subproducto de la producción de fécula.

Son proteínas de excelente digestibilidad y de buena composición en amino ácidos esenciales.

Es un producto caro que se debe reservar a los piensos de destete de lechones.

## PROTEINAS DE PATATA

### VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	93	PAR	%	---
Materia mineral	%	2,8	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	76,5	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	3,2	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	0,5	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	0			
Azúcares	%	0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	4.140
ADF	%	0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3.750
NDF	%	0	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.078
AD Lignina	%	0	Lisina cerdos	%	---
Cl <sup>18:2</sup>	%	0	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	0,48	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	0,18	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	0,06	Treonina cerdos	%	---
Na	%	0,03			
K	%	0,80	Fibra indigestible conejos	%	---
Cl	%	0,20	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Mg	%	0,04			
Na + K - Cl	meq/kg	+161	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	---
Energía bruta	kcal/kg	5.120	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	---
Lisina	%	5,40	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	---
Metionina	%	1,50	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	---
Metionina + Cistina	%	2,79	PDIA rumiantes	%	---
Triptófano	%	0,92	PDIN rumiantes	%	---
Treonina	%	3,86	PDIE rumiantes	%	---
Glicina + Serina	%	---	Proteína digestible rumiantes	%	---
Leucina	%	6,88			
Isoleucina	%	3,98			
Valina	%	4,92			
Histidina	%	1,53			
Arginina	%	3,98			
Fenilalanina + Tirosina	%	7,80			

### LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	4	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	0
- Vacas lecheras	%	0			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	0

511)

512) SEMILLAS OLEAGINOSAS: COLZA, ALGODON Y GIRASOL

518)

Se reservan a los piensos de rumiantes a causa del contenido en gossipol de la semilla de algodón y a causa de su tasa de fibra en lo que se refiere a las semillas de girasol y de colza.

La semilla de colza OO podría ver aumentar su utilización si se lograra un método barato de descascarillado que eliminaría la mayor parte de los factores de inapetencia (sinapina y glucosilatos).

SEMILLA DE COLZA SEMIDESCASCARILLADA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	90	PAR	%	---
Materia mineral	%	5,0	Energía metabolizable aves	kcal/kg	3.900
Proteína bruta	%	19,5	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	43,2	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	6,1	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	---			
Azúcares	%	---			
ADF	%	7,6	Energía digestible cerdos	kcal/kg	5.500
NDF	%	10,4	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	5.335
AD Lignina	%	3,7	Energía neta cerdos	kcal/kg	4.050
C18:2	%	---	Lisina cerdos	%	---
Ca	%	0,30	Metionina cerdos	%	---
P	%	0,48	Metionina + cistina cerdos	%	---
P disponible	%	0,10	Triptófano cerdos	%	---
Na	%	---	Treonina cerdos	%	---
K	%	---			
Cl	%	---	Fibra indigestible conejos	%	---
Mg	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Na + K - Cl	meq/kg	---			
Energía bruta	kcal/kg	6.150	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	5.185
Lisina	%	1,09	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	4.230
Metionina	%	0,42	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,57
Metionina + Cistina	%	0,96	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	1,56
Triptófano	%	0,24	PDIA rumiantes	%	1,3
Treonina	%	0,37	PDIN rumiantes	%	11,3
Glicina + Serina	%	1,84	PDIE rumiantes	%	3,8
Leucina	%	1,35	Proteína digestible rumiantes	%	14,9
Isoleucina	%	0,80			
Valina	%	1,02			
Histidina	%	0,51			
Arginina	%	1,21			
Fenilalanina + Tirosina	%	1,36			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	3 (*)	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	3	- Cerdos cebo terminación	%	3
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	3	- Terneros cebo	%	3
- Vacas lecheras	%	3			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	3	- Ovejas y cabras	%	3

(\*) Solamente en terminación



SEMILLA DE ALGODON

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	90,9	PAR	%	---
Materia mineral	%	4,3	Energia metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteina bruta	%	39,2	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	30,4	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	2,7	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	---	Energia digestible cerdos	kcal/kg	---
Azúcares	%	---	Energia metabolizable cerdos	kcal/kg	---
ADF	%	29,5	Energia neta cerdos	kcal/kg	---
NDF	%	43,1	Lisina cerdos	%	---
AD Lignina	%	8,5	Metionina cerdos	%	---
ClB:2	%	---	Metionina + cistina cerdos	%	---
Ca	%	0,19	Triptófano cerdos	%	---
P	%	0,??	Treonina cerdos	%	---
P disponible	%	---			
Na	%	---	Fibra indigestible conejos	%	---
K	%	---	Energia digestible conejos	kcal/kg	---
Cl	%	---			
Mg	%	---	Energia digestible rumiantes	kcal/kg	4,300
Na + K - Cl	meq/kg	---	Energia metabolizable rumiantes	kcal/kg	3,330
Energia bruta	kcal/kg	5,855	Energia neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,17
Lisina	%	---	Energia neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	1,09
Metionina	%	---	PDIA rumiantes	%	10,5
Metionina + Cistina	%	---	PDIN rumiantes	%	26,4
Triptófano	%	---	PDIE rumiantes	%	12,8
Treonina	%	---	Proteina digestible rumiantes	%	33,3
Glicina + Serina	%	---			
Leucina	%	---			
Isoleucina	%	---			
Valina	%	---			
Histidina	%	---			
Arginina	%	---			
Fenilalanina + Tirosina	%	---			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

<u>Pollos y gallinas:</u>					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
<u>Otras aves de carne:</u>					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
<u>Cerdos:</u>					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdos gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
<u>Conejos:</u>					
- Conejas y gatápos	%	0	- Conejos cebo	%	0
<u>Bovinos:</u>					
- Terneros destete	%	3	- Terneros cebo	%	5
- Vacas lecheras	%	5			
<u>Ovinos y caprinos:</u>					
- Corderos y chivos	%	3	- Ovejas y cabras	%	3

SEMILLA DE GIRASOL

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	93,3	PAR	%	---
Materia mineral	%	3,6	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	16,2	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	45,3	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	15,3	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
Almidón	%	---	Treonina aves	%	---
Azúcares	%	---			
ADF	%	18,7	Energía digestible cerdos	kcal/kg	---
NDF	%	27,4	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	---
AD Lignina	%	5,2	Energía neta cerdos	kcal/kg	---
C18:2	%	18,0	Lisina cerdos	%	---
Ca	%	0,16	Metionina cerdos	%	---
P	%	0,44	Metionina + cistina cerdos	%	---
P disponible	%	---	Triptófano cerdos	%	---
Na	%	---	Treonina cerdos	%	---
K	%	---			
Cl	%	---	Fibra indigestible conejos	%	4,4
Mg	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.800
Na + K - Cl	meq/kg	---			
Energía bruta	kcal/kg	6.250	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.900
Lisina	%	0,54	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	3.182
Metionina	%	0,32	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,09
Metionina + Cistina	%	0,62	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,99
Triptófano	%	0,17	PDIA rumiantes	%	1,6
Treonina	%	0,54	PDIN rumiantes	%	9,9
Glicina + Serina	%	---	PDIE rumiantes	%	2,6
Leucina	%	---	Proteína digestible rumiantes	%	13,9
Isoleucina	%	---			
Valina	%	---			
Histidina	%	---			
Arginina	%	1,31			
Fenilalanina + Tirosina	%	---			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	5	- Conejos cebo	%	5
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	3
- Vacas lecheras	%	4			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	3

- 514)  
515)  
516) SEMILLAS DE LEGUMINOSAS: HABA, ALTRAMUZ, GUISANTES,  
517) GARBANZOS Y FULLFAT SOYBEAN  
519)

Todas estas semillas de leguminosas contienen factores antinutricionales alfa-galactosidos que limitan su incorporación en los piensos.

La haba caballar tiene taninos (por eso hay que evitar las variedades oscuras) y compuestos (la vicina y la convicina) antinutricionales. El descascarillado sería una buena medida para aumentar sus posibilidades de utilización.

El altramuz por sus alcaloides y sus alfa-galactosidos tiene una utilización limitada en los piensos incluso si se usan las mejores variedades de lupino blanco dulce seleccionadas a este efecto. Para los pollos su empleo necesita la adición de ácido fólico (0,02 ppm).

Los guisantes son las semillas de leguminosas europeas más utilizadas en alimentación animal. El contenido en factores antinutricionales de las variedades de primavera es menor que las de invierno.

Los garbanzos podrían ser también utilizados en alimentación animal si pudiesen competir con las otras leguminosas europeas. Por eso se ha pedido a la comisión de Bruselas añadir los garbanzos a la lista de las leguminosas con ayuda a la utilización.

Por último el fullfat soybean tiene una situación aparte por su alto contenido en proteína y en grasa. La existencia de factores antinutricionales hace imprescindible un tratamiento con calor húmedo y presión así como la liberación completa de los lípidos necesita un fuerte tratamiento físico para romper las paredes celulares. Por eso el fullfat soybean debe ser procesado antes de su utilización y se debe verificar tanto el nivel de degradación de los factores antinutricionales como la disponibilidad de la grasa.

HABA CABALLAR

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	87	PAR	%	---
Materia mineral	%	3,4	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.650
Proteína bruta	%	26,4	Lisina aves	%	1,39
Materia grasa	%	1,3	Metionina aves	%	0,16
Fibra bruta	%	7,5	Metionina + cistina aves	%	0,38
			Triptófano aves	%	0,18
			Treonina aves	%	0,73
Almidón	%	35,0			
Azúcares	%	---	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.300
ADF	%	8,3	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3.120
NDF	%	11,0	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.922
AD Lignina	%	---	Lisina cerdos	%	---
ClB:2	%	---	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	0,11	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	0,61	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	0,15	Treonina cerdos	%	---
Na	%	0,01			
K	%	1,20	Fibra indigestible conejos	%	5,0
Cl	%	0,07	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.800
Mg	%	0,18			
Na + K - Cl	meq/kg	+292	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.435
Energía bruta	kcal/kg	3.900	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.731
Lisina	%	1,66	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,02
Metionina	%	0,21	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	1,02
Metionina + Cistina	%	0,53	PDIA rumiantes	%	2,4
Triptófano	%	0,22	PDIN rumiantes	%	15,2
Treonina	%	0,93	PDIE rumiantes	%	9,0
Glicina + Serina	%	2,39	Proteína digestible rumiantes	%	21,8
Leucina	%	1,95			
Isoleucina	%	1,18			
Valina	%	1,25			
Histidina	%	0,66			
Arginina	%	2,48			
Fenilalanina + Tirosina	%	2,02			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	10
- Gallinas reproductoras	%	5	- Gallinas ponedoras	%	5
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	5	- Reproductoras	%	5
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	10
- Cerdos cebo crecimiento	%	15	- Cerdos cebo terminación	%	15
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	10	- Conejos ceco	%	10
Bovinos:					
- Terneros destete	%	10	- Terneros cebo	%	15
- Vacas lecheras	%	15			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	10	- Ovejas y cabras	%	15

ALTRAMUZ (LUPINO BLANCO DULCE)VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	88	PAR	%	---
Materia mineral	%	3,2	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2,415
Proteína bruta	%	35,7	Lisina aves	%	1,53
Materia grasa	%	9,6	Metionina aves	%	0,26
Fibra bruta	%	10,7	Metionina + cistina aves	%	0,74
			Triptófano aves	%	0,26
			Treonina aves	%	1,21
Almidón	%	36,8			
Azúcares	%	---	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.630
ADF	%	15,4	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3.380
NDF	%	18,8	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.128
AD Lignina	%	---	Lisina cerdos	%	---
Cl <sub>18:2</sub>	%	---	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	0,18	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	0,40	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	0,08	Treonina cerdos	%	---
Na	%	0,01			
K	%	0,90	Fibra indigestible conejos	%	7,0
Cl	%	0,02	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.890
Mg	%	0,15			
Na + K - Cl	meq/kg	+229	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.565
Energía bruta	kcal/kg	4.040	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.735
Lisina	%	1,68	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,10
Metionina	%	0,28	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	1,08
Metionina + Cistina	%	0,80	PDIA rumiantes	%	1,1
Triptófano	%	0,28	PDIN rumiantes	%	20,2
Treonina	%	1,29	PDIE rumiantes	%	7,2
Glicina + Serina	%	3,07	Proteína digestible rumiantes	%	31,0
Leucina	%	2,50			
Isoleucina	%	1,57			
Valina	%	1,50			
Histidina	%	0,82			
Arginina	%	3,75			
Fenilalanina + Tirosina	%	3,00			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	5	- Pollitas	%	10
- Gallinas reproductoras	%	5	- Gallinas ponedoras	%	5
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	5	- Reproductoras	%	5
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	5	- Cerdos cebo terminación	%	5
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	5	- Conejos cebo	%	5
Bovinos:					
- Terneros destete	%	5	- Terneros cebo	%	5
- Vacas lecheras	%	10			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	5	- Ovejas y cabras	%	10

GUISANTES DE PRIMAVERA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	86	PAR	%	---
Materia mineral	%	3,4	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2,530
Proteína bruta	%	22,0	Lisina aves	%	1,34
Materia grasa	%	1,6	Metionina aves	%	0,16
Fibra bruta	%	5,5	Metionina + cistina aves	%	0,38
			Triptófano aves	%	0,16
Almidón	%	43,9	Treonina aves	%	0,68
Azúcares	%	2,1			
ADF	%	8,5	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3,430
NDF	%	11,0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3,260
AD Lignina	%	0,5	Energía neta cerdos	kcal/kg	2,170
C18:2	%	---	Lisina cerdos	%	1,30
Ca	%	0,08	Metionina cerdos	%	0,18
P	%	0,45	Metionina + cistina cerdos	%	0,39
P disponible	%	0,14	Triptófano cerdos	%	0,14
Na	%	0,01	Treonina cerdos	%	0,61
K	%	1,10			
Cl	%	0,03	Fibra indigestible conejos	%	3,8
Mg	%	0,12	Energía digestible conejos	kcal/kg	2,815
Na + K - Cl	meq/kg	+281			
Energía bruta	kcal/kg	3,800	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3,311
Lisina	%	1,6	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2,675
Metionina	%	0,25	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,00
Metionina + Cistina	%	0,59	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	1,00
Triptófano	%	0,20	PCIA rumiantes	%	2,0
Treonina	%	0,37	PDIN rumiantes	%	13,3
Glicina + Serina	%	2,00	PDIE rumiantes	%	8,6
Leucina	%	1,53	Proteína digestible rumiantes	%	19,1
Isoleucina	%	4,33			
Valina	%	1,01			
Histidina	%	0,52			
Arginina	%	2,12			
Fenilalanina + Tirosina	%	1,73			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	20	- Pollitas	%	20
- Gallinas reproductoras	%	10	- Gallinas ponedoras	%	10
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	10	- Reproductoras	%	10
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	10
- Cerdos cebo crecimiento	%	25	- Cerdos cebo terminación	%	30
- Cerdas gestantes	%	15	- Cerdas madres	%	25
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	10	- Conejos cebo	%	10
Bovinos:					
- Terneros destete	%	10	- Terneros cebo	%	15
- Vacas lecheras	%	15			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	10	- Ovejas y cabras	%	15

GUISANTES DE INVIERNO

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	86	PAR	%	---
Materia mineral	%	3,4	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.460
Proteína bruta	%	22,0	Lisina aves	%	1,34
Materia grasa	%	1,6	Metionina aves	%	0,16
Fibra bruta	%	6,3	Metionina + cistina aves	%	0,38
			Triptófano aves	%	0,16
Almidón	%	42,4	Treonina aves	%	0,68
Azúcares	%	2,1			
ADF	%	8,7	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.390
NDF	%	12,0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3.225
AD Lignina	%	0,5	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.153
ClB:2	%	---	Lisina cerdos	%	1,30
Ca	%	0,08	Metionina cerdos	%	0,18
P	%	0,40	Metionina + cistina cerdos	%	0,39
P disponible	%	0,15	Triptófano cerdos	%	0,14
Na	%	0,01	Treonina cerdos	%	0,61
K	%	1,10			
Cl	%	0,03	Fibra indigestible conejos	%	4,4
Mg	%	0,12	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.800
Na + K - Cl	meq/kg	+281			
Energía bruta	kcal/kg	3.800	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.300
Lisina	%	1,6	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.675
Metionina	%	0,25	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,99
Metionina + Cistina	%	0,59	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,99
Triptófano	%	0,20	PDIA rumiantes	%	2,0
Treonina	%	0,87	PDIN rumiantes	%	13,3
Glicina + Serina	%	2,00	PDIE rumiantes	%	8,6
Leucina	%	1,53	Proteína digestible rumiantes	%	19,1
Isoleucina	%	4,33			
Valina	%	1,01			
Histidina	%	0,52			
Arginina	%	2,12			
Fenilalanina + Tirosina	%	1,73			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	7
- Gallinas reproductoras	%	5	- Gallinas ponedoras	%	5
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	5	- Reproductoras	%	5
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	20	- Cerdos cebo terminación	%	20
- Cerdos gestantes	%	5	- Cerdos madres	%	8
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	10	- Conejos cebo	%	10
Bovinos:					
- Terneros destete	%	10	- Terneros cebo	%	10
- Vacas lecheras	%	15			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	10	- Ovejas y cabras	%	10

## GARBANZOS

### VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	89,8	PAR	%	---
Materia mineral	%	2,8	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	22,5	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	4,5	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	5,5	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	---			
Azúcares	%	---	Energía digestible cerdos	kcal/kg	---
ADF	%	---	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	---
NDF	%	---	Energía neta cerdos	kcal/kg	---
AD Lignina	%	---	Lisina cerdos	%	---
C18:2	%	---	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	0,18	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	0,45	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	---	Treonina cerdos	%	---
Na	%	---			
K	%	---	Fibra indigestible conejos	%	---
Cl	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Mg	%	---			
Na + K - Cl	meq/kg	---	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	---
Energía bruta	kcal/kg	---	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	---
Lisina	%	3,00	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	---
Metionina	%	---	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	---
Metionina + Cistina	%	0,80	PDIA rumiantes	%	---
Triptófano	%	---	PDIN rumiantes	%	---
Treonina	%	---	PDIE rumiantes	%	---
Glicina + Serina	%	---	Proteína digestible rumiantes	%	---
Leucina	%	---			
Isoleucina	%	---			
Valina	%	---			
Histidina	%	---			
Arginina	%	---			
Fenilalanina + Tirosina	%	---			

### LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	?	- Pollitas	%	?
- Gallinas reproductoras	%	?	- Gallinas ponedoras	%	?
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	?	- Reproductoras	%	?
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	?	- Lechones destetados	%	?
- Cerdos cebo crecimiento	%	?	- Cerdos cebo terminación	%	?
- Cerdas gestantes	%	?	- Cerdas madres	%	?
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	?	- Conejos cebo	%	?
Bovinos:					
- Terneros destete	%	?	- Terneros cebo	%	?
- Vacas lecheras	%	?			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	?	- Ovejas y cabras	%	?



FULLFAT SOYBEAN

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	90	PAR	%	---
Materia mineral	%	5,0	Energía metabolizable aves	kcal/kg	3.570
Proteína bruta	%	36,0	Lisina aves	%	1,95
Materia grasa	%	20,0	Metionina aves	%	0,42
Fibra bruta	%	5,5	Metionina + cistina aves	%	0,89
			Triptófano aves	%	0,41
			Treonina aves	%	1,15
Almidón	%	0,5	Energía digestible cerdos	kcal/kg	4.320
Azúcares	%	6,3	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	4.060
ADF	%	7,3	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.960
NDF	%	10,9	Lisina cerdos	%	1,83
AD Lignina	%	0,5	Metionina cerdos	%	0,39
C18:2	%	11,6	Metionina + cistina cerdos	%	0,80
Ca	%	0,25	Triptófano cerdos	%	0,34
P	%	0,57	Treonina cerdos	%	0,98
P disponible	%	0,11			
Na	%	0,01	Fibra indigestible conejos	%	3,6
K	%	1,50	Energía digestible conejos	kcal/kg	4.523
Cl	%	0,02			
Mg	%	0,29	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	4.055
Na + K - Cl	meq/kg	+383	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	3.180
Energía bruta	kcal/kg	5.055	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,13
Lisina	%	2,29	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	1,10
Metionina	%	0,50	PDIA rumiantes	%	17,3
Metionina + Cistina	%	1,08	PDIA rumiantes	%	26,3
Triptófano	%	0,48	PDIE rumiantes	%	20,1
Treonina	%	1,40	Proteína digestible rumiantes	%	31,3
Glicina + Serina	%	3,45			
Leucina	%	2,77			
Isoleucina	%	1,73			
Valina	%	1,72			
Histidina	%	0,89			
Arginina	%	2,73			
Fenilalanina + Tirosina	%	3,11			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	20 - 15 - 5*	- Pollitas	%	10
- Gallinas reproductoras	%	10	- Gallinas ponedoras	%	10
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	12 - 18 - 4**	- Reproductoras	%	4
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	5	- Lechones destetados	%	5
- Cerdos cebo crecimiento	%	7	- Cerdos cebo terminación	%	3
- Cerdas gestantes	%	3	- Cerdas madres	%	5
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	3	- Conejos cebo	%	3
Bovinos:					
- Terneros destete	%	3	- Terneros cebo	%	7
- Vacas lecheras	%	7			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	3	- Ovejas y cabras	%	5
	Según edad:		Pollos*	Otras aves**	
	- Arranque		20	12	
	- Crecimiento		15	8	
	- Terminación		5	4	

## 521 TORTA DE CACAHUETE

El mayor problema del cacahuete es el riesgo de contaminación por aflatoxinas. Existen en Senegal y Francia (proceso Arafor) instalaciones de detoxificación).

Resuelto este problema, su empleo para los monogástricos queda limitado por la composición en amino ácidos esenciales.

TORTA DE CACAHUETE

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	91	PAR	%	---
Materia mineral	%	5,4	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.650
Proteína bruta	%	49,2	Lisina aves	%	1,34
Materia grasa	%	1,4	Metionina aves	%	0,43
Fibra bruta	%	10,0	Metionina + cistina aves	%	0,98
			Triptófano aves	%	0,42
Almidón	%	6,9	Treonina aves	%	1,08
Azúcares	%	---			
ADF	%	12,8	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.640
NDF	%	17,0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3.295
AD Lignina	%	---	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.830
C18:2	%	---	Lisina cerdos	%	1,39
Ca	%	0,16	Metionina cerdos	%	0,41
P	%	0,60	Metionina + cistina cerdos	%	0,96
P disponible	%	0,06	Triptófano cerdos	%	0,39
Na	%	0,02	Treonina cerdos	%	1,02
K	%	1,15			
Cl	%	0,05	Fibra indigestible conejos	%	5,8
Mg	%	0,30	Energía digestible conejos	kcal/kg	3.700
Na + K - Cl	meq/kg	+289			
Energía bruta	kcal/kg	4.360	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.790
Lisina	%	1,7	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.810
Metionina	%	0,49	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	1,02
Metionina + Cistina	%	0,18	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	1,00
Triptófano	%	0,49	PDIA rumiantes	%	12,8
Treonina	%	1,33	PDIN rumiantes	%	33,2
Glicina + Serina	%	5,18	PDIE rumiantes	%	18,1
Leucina	%	3,09	Proteína digestible rumiantes	%	45,4
Isoleucina	%	1,77			
Valina	%	2,16			
Histidina	%	1,14			
Arginina	%	5,52			
Fenilalanina + Tirosina	%	4,50			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	8	- Pollitas	%	8
- Gallinas reproductoras	%	8	- Gallinas ponedoras	%	8
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	8	- Reproductoras	%	8
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	5	- Lechones destetados	%	5
- Cerdos cebo crecimiento	%	8	- Cerdos cebo terminación	%	8
- Cerdas gestantes	%	5	- Cerdas madres	%	5
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	5	- Conejos cebo	%	5
Bovinos:					
- Terneros destete	%	5	- Terneros cebo	%	15
- Vacas lecheras	%	20			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	5	- Ovejas y cabras	%	10

## 522 TORTA DE COLZA

La presencia de taninos y de glucosilanos de las variedades clásicas de colza limita su utilización en los alimentos.

En primer lugar se ha eliminado un ácido graso peligroso para los tejidos cardiacos (ácido erúcido), así se han obtenido las variedades 0.

Ahora se generaliza el uso de variedades 00 a muy bajo nivel de glucosilanos (menos de 30 micromolas por gramo de producto deslipidado).

TORTA DE COLZA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	89	PAR	%	---
Materia mineral	%	7,0	Energía metabolizable aves	kcal/kg	1.490
Proteína bruta	%	35,2	Lisina aves	%	1,56
Materia grasa	%	1,8	Metionina aves	%	0,53
Fibra bruta	%	11,7	Metionina + cistina aves	%	1,21
			Triptófano aves	%	0,30
			Treonina aves	%	1,10
Almidón	%	5,2			
Azúcares	%	8,3	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.040
ADF	%	18,5	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.815
NDF	%	25,5	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.660
AD Lignina	%	7,0	Lisina cerdos	%	1,38
Cl8:2	%	---	Metionina cerdos	%	0,64
Ca	%	0,75	Metionina + cistina cerdos	%	1,35
P	%	1,10	Triptófano cerdos	%	0,29
P disponible	%	0,22	Treonina cerdos	%	1,05
Na	%	0,07			
K	%	1,25	Fibra indigestible conejos	%	7,4
Cl	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.920
Mg	%	0,45			
Na + K - Cl	meq/kg	+350	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.097
Energía bruta	kcal/kg	4.150	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.394
Lisina	%	1,97	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,65
Metionina	%	0,76	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,79
Metionina + Cistina	%	1,73	PDIA rumiantes	%	9,0
Triptófano	%	0,43	PDIN rumiantes	%	22,5
Treonina	%	1,57	PDIE rumiantes	%	13,7
Glicina + Serina	%	3,32	Proteína digestible rumiantes	%	28,9
Leucina	%	2,43			
Isoleucina	%	1,44			
Valina	%	1,84			
Histidina	%	0,92			
Arginina	%	2,19			
Fenilalanina + Tirosina	%	2,45			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:						
- Pollos de carne	%	3*-5**	sólo en terminación	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0		- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:						
- Crecimiento/terminación	%	0		- Reproductoras	%	0
Cerdos:						
- Lechones lactantes	%	0* - 0**		- Lechones destetados	%	0* - 2**
- Cerdos cebo crecimiento	%	3* - 5**		- Cerdos cebo terminación	%	5* - 10**
- Cerdas gestantes	%	5* - 5**		- Cerdas madres	%	0* - 5**
Conejos:						
- Conejas y gazapos	%	0		- Conejos cebo	%	0
Bovinos:						
- Terneros destete	%	0		- Terneros cebo	%	0
- Vacas lecheras	%	0				
Ovinos y caprinos:						
- Corderos y chivos	%	0		- Ovejas y cabras	%	0

\* Variedades actuales 0 y B6  
 \*\* Variedades 00

523)

524) TORTAS PARA RUMIANTES: ALGODON, COPRAH, LINAZA Y

525) PALMISTE

526)

El contenido en gosispol del algodón y el alto contenido en fibra de las demás, limita su empleo para los rumiantes.

TORTA DE ALGODON

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	91	PAR	%	---
Materia mineral	%	6,5	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	41,0	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	1,4	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	13,0	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	8,0			
Azúcares	%	0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.450
ADF	%	21,1	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.225
NDF	%	29,8	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.690
AD Lignina	%	2,9	Lisina cerdos	%	0,96
ClB:2	%	0,7	Metionina cerdos	%	0,90
Ca	%	0,2	Metionina + cistina cerdos	%	0,83
P	%	1,00	Triptófano cerdos	%	0,35
P disponible	%	0,10	Treonina cerdos	%	0,83
Na	%	0,05			
K	%	1,25	Fibra indigestible conejos	%	9,0
Cl	%	0,04	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.790
Mg	%	0,50			
Na + K - Cl	meq/kg	+330	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.082
Energía bruta	kcal/kg	4.280	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.326
Lisina	%	1,72	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,84
Metionina	%	0,59	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,76
Metionina + Cistina	%	1,24	PDIA rumiantes	%	11,9
Triptófano	%	0,49	PDIN rumiantes	%	23,0
Treonina	%	1,39	PDIE rumiantes	%	16,4
Glicina + Serina	%	3,53	Proteína digestible rumiantes	%	34,9
Leucina	%	2,44			
Isoleucina	%	1,39			
Valina	%	1,99			
Histidina	%	1,11			
Arginina	%	4,33			
Fenilalanina + Tirosina	%	3,30			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdos gestantes	%	0	- Cerdos madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	5	- Conejos cebo	%	5
Bovinos:					
- Terneros destete	%	5	- Terneros cebo	%	5
- Vacas lecheras	%	20			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	5	- Ovejas y cabras	%	10

C O P R A H

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	90	PAR	%	---
Materia mineral	%	7,0	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	21,5	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	1,6	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	16,0	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	---			
Azúcares	%	---	Energía digestible cerdos	kcal/kg	---
ADF	%	28,4	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	---
NDF	%	52,2	Energía neta cerdos	kcal/kg	---
AD Lignina	%	7,0	Lisina cerdos	%	---
C18:2	%	---	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	0,18	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	0,59	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	---	Treonina cerdos	%	---
Na	%	---			
K	%	---	Fibra indigestible conejos	%	---
Cl	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Mg	%	---			
Na + K - Cl	meq/kg	---	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.078
Energía bruta	kcal/kg	3.843	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.457
Lisina	%	0,66	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,89
Metionina	%	0,32	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,86
Metionina + Cistina	%	0,63	PDIA rumiantes	%	11,8
Triptófano	%	0,15	PDIN rumiantes	%	16,7
Treonina	%	0,57	PDIE rumiantes	%	16,7
Glicina + Serina	%	1,81	Proteína digestible rumiantes	%	17,3
Leucina	%	1,33			
Isoleucina	%	0,76			
Valina	%	1,18			
Histidina	%	0,47			
Arginina	%	2,62			
Fenilalanina + Tirosina	%	1,50			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	10	- Terneros cebo	%	20
- Vacas lecheras	%	30			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	10	- Ovejas y cabras	%	20



TORTA DE LINAZA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	91	PAR	%	---
Materia mineral	%	6,2	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	31,2	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	8,1	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	10,5	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
Almidón	%	---	Treonina aves	%	---
Azúcares	%	---			
ADF	%	13,4	Energía digestible cerdos	kcal/kg	---
NDF	%	21,2	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	---
AD Lignina	%	5,1	Energía neta cerdos	kcal/kg	---
C18:2	%	---	Lisina cerdos	%	---
Ca	%	0,34	Metionina cerdos	%	---
P	%	0,86	Metionina + cistina cerdos	%	---
P disponible	%	---	Triptófano cerdos	%	---
Na	%	---	Treonina cerdos	%	---
K	%	---			
Cl	%	---	Fibra indigestible conejos	%	---
Mg	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Na + K - Cl	meq/kg	---			
Energía bruta	kcal/kg	4,413	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3,450
Lisina	%	---	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2,700
Metionina	%	---	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,95
Metionina + Cistina	%	---	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,93
Triptófano	%	---	PDIA rumiantes	%	11,2
Treonina	%	---	PDIN rumiantes	%	21,6
Glicina + Serina	%	---	PDIE rumiantes	%	15,5
Leucina	%	---	Proteína digestible rumiantes	%	26,5
Isoleucina	%	---			
Valina	%	---			
Histidina	%	---			
Arginina	%	---			
Fenilalanina + Tirosina	%	---			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	5	- Terneros cebo	%	5
- Vacas lecheras	%	5			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	5	- Ovejas y cabras	%	5

P A L M I S I E

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	90	PAR	%	---
Materia mineral	%	3,9	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	18,5	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	1,7	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	15,0	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	---			
Azúcares	%	---	Energía digestible cerdos	kcal/kg	---
ADF	%	21,7	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	---
NDF	%	56,9	Energía neta cerdos	kcal/kg	---
AD Lignina	%	9,3	Lisina cerdos	%	---
C18:2	%	---	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	0,28	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	0,60	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	---	Treonina cerdos	%	---
Na	%	---			
K	%	---	Fibra indigestible conejos	%	---
Cl	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Mg	%	---			
Na + K - Cl	meq/kg	---	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3,411
Energía bruta	kcal/kg	4.032	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2,610
Lisina	%	0,68	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,95
Metionina	%	0,32	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,92
Metionina + Cistina	%	0,70	PDIA rumiantes	%	11,4
Triptófano	%	0,19	PDIN rumiantes	%	14,8
Treonina	%	0,61	PDIE rumiantes	%	16,7
Glicina + Serina	%	1,75	Proteína digestible rumiantes	%	14,9
Leucina	%	1,16			
Isoleucina	%	0,69			
Valina	%	1,00			
Histidina	%	0,48			
Arginina	%	2,56			
Fenilalanina + Tirosina	%	1,15			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	15
- Vacas lecheras	%	15			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	10

- 527)
- 528) TORTA DE GIRASOL
- 529)

Según el nivel de descascarillado, su utilización aumenta en los piensos de monogástricos y rumiantes de primera edad.

TORTA DE GIRASOL NO DESCASCARILLADA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	91	PAR	%	---
Materia mineral	%	6,6	Energía metabolizable aves	kcal/kg	1.880
Proteína bruta	%	30,0	Lisina aves	%	0,84
Materia grasa	%	3,6	Metionina aves	%	0,56
Fibra bruta	%	23,2	Metionina + cistina aves	%	1,02
			Triptófano aves	%	0,32
			Treonina aves	%	0,89
Almidón	%	5,0			
Azúcares	%	3,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.310
ADF	%	29,0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.100
NDF	%	39,4	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.470
AD Lignina	%	8,4	Lisina cerdos	%	0,77
Cl8:2	%	2,16	Metionina cerdos	%	0,55
Ca	%	0,35	Metionina + cistina cerdos	%	1,04
P	%	0,90	Triptófano cerdos	%	0,27
P disponible	%	0,15	Treonina cerdos	%	0,76
Na	%	0,03			
K	%	1,10	Fibra indigestible conejos	%	17,4
Cl	%	0,11	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.800
Mg	%	0,50			
Na + K - Cl	meq/kg	+264	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.350
Energía bruta	kcal/kg	4.195	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	1.810
Lisina	%	1,05	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,61
Metionina	%	0,63	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,51
Metionina + Cistina	%	1,20	PDIA rumiantes	%	6,6
Triptófano	%	0,36	PDIN rumiantes	%	19,8
Treonina	%	1,08	PDIE rumiantes	%	10,1
Glicina + Serina	%	2,96	Proteína digestible rumiantes	%	25,9
Leucina	%	1,92			
Isoleucina	%	1,42			
Valina	%	1,68			
Histidina	%	0,73			
Arginina	%	2,60			
Fenilalanina + Tirosina	%	2,22			

LÍMITE MÁXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:				
- Pollos de carne	%	4-6 según edad	- Pollitas	% 4-6 según edad
- Gallinas reproductoras	%	8	- Gallinas ponedoras	% 8
Otras aves de carne:				
- Crecimiento/terminación	%	4	- Reproductoras	% 8
Cerdos:				
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	% 0
- Cerdos cebo crecimiento	%	8	- Cerdos cebo terminación	% 10
- Cerdas gestantes	%	10	- Cerdas madres	% 8
Conejos:				
- Conejas y gazapos	%	sin limitación	- Conejos cebo	% sin limitación
Bovinos:				
- Terneros destete	%	10	- Terneros cebo	% " "
- Vacas lecheras	%	sin limitación		
Ovinos y caprinos:				
- Corderos y chivos	%	10	- Ovejas y cabras	% " "

TORTA DE GIRASOL SEMIDESCASCARILLADA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	91	PAR	%	---
Materia mineral	%	6,6	Energía metabolizable aves	kcal/kg	1.960
Proteína bruta	%	34,0	Lisina aves	%	0,95
Materia grasa	%	2,8	Metionina aves	%	0,63
Fibra bruta	%	19,6	Metionina + cistina aves	%	1,16
			Triptófano aves	%	0,36
			Treonina aves	%	1,00
Almidón	%	5,0			
Azúcares	%	3,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.535
ADF	%	24,5	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.300
NDF	%	33,3	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.510
AD Lignina	%	7,4	Lisina cerdos	%	0,87
C18:2	%	1,68	Metionina cerdos	%	0,62
Ca	%	0,35	Metionina + cistina cerdos	%	1,18
P	%	0,90	Triptófano cerdos	%	0,31
P disponible	%	0,15	Treonina cerdos	%	0,85
Na	%	0,03			
K	%	1,10	Fibra indigestible conejos	%	14,7
Cl	%	0,11	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.860
Mg	%	0,50			
Na + K - Cl	meq/kg	+264	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.570
Energía bruta	kcal/kg	4.230	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.195
Lisina	%	1,19	Energía neta rumiantes lecheros	MJ/kg	0,73
Metionina	%	0,71	Energía neta rumiantes cárnicos	MJ/kg	0,65
Metionina + Cistina	%	1,36	PDIA rumiantes	%	7,4
Triptófano	%	0,41	PDIN rumiantes	%	22,2
Treonina	%	1,22	PDIE rumiantes	%	11,6
Glicina + Serina	%	3,35	Proteína digestible rumiantes	%	29,5
Leucina	%	2,18			
Isoleucina	%	1,61			
Valina	%	1,89			
Histidina	%	0,83			
Arginina	%	2,95			
Fenilalanina + Tirosina	%	2,51			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:				
- Pollos de carne	%	5-7 según edad	- Pollitas	% 5-7 según edad
- Gallinas reproductoras	%	9	- Gallinas ponedoras	% 9
Otras aves de carne:				
- Crecimiento/terminación	%	5	- Reproductoras	% 9
Cerdos:				
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	% 0
- Cerdos cebo crecimiento	%	9	- Cerdos cebo terminación	% 11
- Cerdos gestantes	%	11	- Cerdos madres	% 9
Conejos:				
- Conejos y gazapos	%	sin limitación	- Conejos cebo	% sin limitación
Bovinos:				
- Terneros destete	%	11	- Terneros cebo	% " "
- Vacas lecheras	%	sin limitación		
Ovinos y caprinos:				
- Corderos y chivos	%	11	- Ovejas y cabras	% " "

TORTA DE GIRASOL DESCASCARILLADA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	91	PAR	%	---
Materia mineral	%	6,6	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.040
Proteína bruta	%	38,0	Lisina aves	%	1,06
Materia grasa	%	2,0	Metionina aves	%	0,71
Fibra bruta	%	16,0	Metionina + cistina aves	%	1,29
			Triptófano aves	%	0,40
Almidón	%	5,0	Treonina aves	%	1,12
Azúcares	%	3,0			
ADF	%	20,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	2.760
NDF	%	27,2	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	2.500
AD Lignina	%	6,4	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.610
ClB:2	%	1,2	Lisina cerdos	%	0,97
Ca	%	0,35	Metionina cerdos	%	0,70
P	%	0,90	Metionina + cistina cerdos	%	1,29
P disponible	%	0,15	Triptófano cerdos	%	0,35
Na	%	0,03	Treonina cerdos	%	0,96
K	%	1,10			
Cl	%	0,11	Fibra indigestible conejos	%	12,0
Mg	%	0,50	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.920
Na + K - Cl	meq/kg	+264			
Energía bruta	kcal/kg	4.265	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.790
Lisina	%	1,33	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.580
Metionina	%	0,80	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,85
Metionina + Cistina	%	1,52	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,79
Triptófano	%	0,46	PDIA rumiantes	%	8,2
Treonina	%	1,37	PDIA rumiantes	%	24,6
Glicina + Serina	%	3,75	PDIE rumiantes	%	13,1
Leucina	%	2,43	Proteína digestible rumiantes	%	33,1
Isoleucina	%	1,80			
Valina	%	2,10			
Histidina	%	0,93			
Arginina	%	3,30			
Fenilalanina + Tirosina	%	2,81			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	6-8 según edad	- Pollitas	%	6-8 según edad
- Gallinas reproductoras	%	10	- Gallinas ponedoras	%	10
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	6	- Reproductoras	%	10
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	10	- Cerdos cebo terminación	%	12
- Cerdas gestantes	%	12	- Cerdas madres	%	10
Conejos:					
- Conejos y gazapos	%	sin limitación	- Conejos cebo	%	sin limitación
Bovinos:					
- Terneros destete	%	12	- Terneros cebo	%	" "
- Vacas lecheras	%	sin limitación			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	12	- Ovejas y cabras	%	" "

- 531)
- 532) CASCARILLAS
- 533)
- 534)

Son materias primas de lastre para cerdos reproductores, conejos y rumiantes en fase de cebo o de lactación.

CASCARILLA DE COLZA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	87	PAR	%	---
Materia mineral	%	3,7	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	17,1	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	18,1	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	32,4	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
Almidón	%	0	Treonina aves	%	---
Azúcares	%	0			
ADF	%	48,9	Energía digestible cerdos	kcal/kg	1.400
NDF	%	58,0	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	1.360
AD Lignina	%	15,1	Energía neta cerdos	kcal/kg	990
C18:2	%	---	Lisina cerdos	%	---
Ca	%	1,24	Metionina cerdos	%	---
P	%	0,3	Metionina + cistina cerdos	%	---
P disponible	%	0,02	Triptófano cerdos	%	---
Na	%	---	Treonina cerdos	%	---
K	%	---			
Cl	%	---	Fibra indigestible conejos	%	2,7
Mg	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.850
Na + K - Cl	meq/kg	---			
Energía bruta	kcal/kg	4.720	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.836
Lisina	%	1,11	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.236
Metionina	%	---	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,76
Metionina + Cistina	%	0,74	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,65
Triptófano	%	---	PDIA rumiantes	%	6,6
Treonina	%	---	PDIN rumiantes	%	11,0
Glicina + Serina	%	---	PDIE rumiantes	%	8,5
Leucina	%	---	Proteína digestible rumiantes	%	10,3
Isoleucina	%	---			
Valina	%	---			
Histidina	%	---			
Arginina	%	---			
Fenilalanina + Tirosina	%	---			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	5	- Cerdas madres	%	3
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	5	- Conejos cebo	%	5
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	5
- Vacas lecheras	%	5			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	5



CASCARILLA DE ALGODON

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	91	PAR	%	---
Materia mineral	%	3,8	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	7,4	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	1,7	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	49,8	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	---			
Azúcares	%	---	Energía digestible cerdos	kcal/kg	---
ADF	%	---	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	---
NDF	%	---	Energía neta cerdos	kcal/kg	---
AD Lignina	%	---	Lisina cerdos	%	---
ClB:2	%	---	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	0,13	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	0,10	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	---	Treonina cerdos	%	---
Na	%	---			
K	%	---	Fibra indigestible conejos	%	---
Cl	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Mg	%	---			
Na + K - Cl	meq/kg	---	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	2.000
Energía bruta	kcal/kg	4.140	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	1.590
Lisina	%	---	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,52
Metionina	%	---	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,42
Metionina + Cistina	%	---	PBIA rumiantes	%	2,6
Triptófano	%	---	PDIN rumiantes	%	5,0
Treonina	%	---	PDIE rumiantes	%	6,2
Glicina + Serina	%	---	Proteína digestible rumiantes	%	2,6
Leucina	%	---			
Isoleucina	%	---			
Valina	%	---			
Histidina	%	---			
Arginina	%	---			
Fenilalanina + Tirosina	%	---			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	5
- Vacas lecheras	%	5			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	5

CASCARILLA DE SOJA

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	92	PAR	%	---
Materia mineral	%	5,7	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	12,7	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	2,0	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	34,0	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	---			
Azúcares	%	---			
ADF	%	41,0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	1.890
NDF	%	57,2	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	1.840
AD Lignina	%	1,7	Energía neta cerdos	kcal/kg	1.380
C18:2	%	---	Lisina cerdos	%	---
Ca	%	0,4	Metionina cerdos	%	---
P	%	0,17	Metionina + cistina cerdos	%	---
P disponible	%	0,03	Triptófano cerdos	%	---
Na	%	---	Treonina cerdos	%	---
K	%	---			
Cl	%	---	Fibra indigestible conejos	%	10,7
Mg	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.550
Na + K - Cl	meq/kg	---			
Energía bruta	kcal/kg	3.980	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	3.220
Lisina	%	0,7	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	2.576
Metionina	%	0,16	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,93
Metionina + Cistina	%	0,35	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,89
Triptófano	%	0,17	PDIA rumiantes	%	4,5
Treonina	%	0,50	PDIN rumiantes	%	8,1
Glicina + Serina	%	---	PDIE rumiantes	%	10,2
Leucina	%	0,99	Proteína digestible rumiantes	%	7,6
Isoleucina	%	0,64			
Valina	%	0,68			
Histidina	%	0,34			
Arginina	%	0,99			
Fenilalanina + Tirosina	%	1,14			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	5	- Cerdas madres	%	5
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	15	- Conejos cebo	%	15
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	10
- Vacas lecheras	%	10			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	10

CASCARA DE GIRASOL

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	91	PAR	%	---
Materia mineral	%	2,5	Energía metabolizable aves	kcal/kg	---
Proteína bruta	%	4,5	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	2,5	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	55,0	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	---			
Azúcares	%	---	Energía digestible cerdos	kcal/kg	---
ADF	%	78,2	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	---
NDF	%	58,9	Energía neta cerdos	kcal/kg	---
AD Lignina	%	21,3	Lisina cerdos	%	---
C18:2	%	---	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	0,39	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	0,22	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	---	Treonina cerdos	%	---
Na	%	---			
K	%	---	Fibra indigestible conejos	%	37,5
Cl	%	---	Energía digestible conejos	kcal/kg	1.250
Mg	%	---			
Na + K - Cl	meq/kg	---	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	700
Energía bruta	kcal/kg	4.250	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	555
Lisina	%	---	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	0,16
Metionina	%	---	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	0,07
Metionina + Cistina	%	---	PDIA rumiantes	%	1,5
Triptófano	%	---	PDIN rumiantes	%	2,4
Treonina	%	---	PDIE rumiantes	%	2,5
Glicina + Serina	%	---	Proteína digestible rumiantes	%	0,3
Leucina	%	---			
Isoleucina	%	---			
Valina	%	---			
Histidina	%	---			
Arginina	%	---			
Fenilalanina + Tirosina	%	---			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	0	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	5	- Conejos cebo	%	5
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	5
- Vacas lecheras	%	5			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	5

601/602 LEVADURAS Y SINGLE CELL PROTEIN

Su coste limita el empleo de estos productos a los piensos para lechones.

Se está desarrollando en Dinamarca y España un nuevo método de producción de single cell protein en condiciones aerobias que reducirán mucho el costo de obtención.

## LEVADURAS

### VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	93	PAR	%	---
Materia mineral	%	7,3	Energía metabolizable aves	kcal/kg	2.290
Proteína bruta	%	48,4	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	1,8	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	2,8	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	4,9	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.530
Azúcares	%	6,9	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3.155
ADF	%	---	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.120
NDF	%	---	Lisina cerdos	%	---
AD Lignina	%	---	Metionina cerdos	%	---
ClB:2	%	---	Metionina + cistina cerdos	%	---
Ca	%	0,14	Triptófano cerdos	%	---
P	%	1,40	Treonina cerdos	%	---
P disponible	%	0,91			
Na	%	0,07	Fibra indigestible conejos	%	2,2
K	%	1,70	Energía digestible conejos	kcal/kg	2.990
Cl	%	0,15			
Mg	%	0,20	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	---
Na + K - Cl	meq/kg	+409	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	---
Energía bruta	kcal/kg	4.300	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	---
Lisina	%	3,38	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	---
Metionina	%	0,67	PDIA rumiantes	%	---
Metionina + Cistina	%	1,19	PDIN rumiantes	%	---
Triptófano	%	0,55	PDIE rumiantes	%	---
Treonina	%	2,21	Proteína digestible rumiantes	%	---
Glicina + Serina	%	4,12			
Leucina	%	3,11			
Isoleucina	%	2,15			
Valina	%	2,48			
Histidina	%	1,12			
Arginina	%	2,17			
Fenilalanina + Tirosina	%	3,36			

### LÍMITE MÁXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	4	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	0
- Vacas lecheras	%	0			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	0

SINGLE CELL PROTEIN (PRUTEEN)

VALORES ANALITICOS Y NUTRICIONALES MEDIOS

Materia seca	%	90	PAR	%	---
Materia mineral	%	8,2	Energía metabolizable aves	kcal/kg	3.300
Proteína bruta	%	74,0	Lisina aves	%	---
Materia grasa	%	7,8	Metionina aves	%	---
Fibra bruta	%	0,9	Metionina + cistina aves	%	---
			Triptófano aves	%	---
			Treonina aves	%	---
Almidón	%	1,0			
Azúcares	%	0	Energía digestible cerdos	kcal/kg	3.760
ADF	%	---	Energía metabolizable cerdos	kcal/kg	3.294
NDF	%	---	Energía neta cerdos	kcal/kg	2.520
AD Lignina	%	---	Lisina cerdos	%	---
Cl <sub>2</sub> :2	%	---	Metionina cerdos	%	---
Ca	%	1,30	Metionina + cistina cerdos	%	---
P	%	2,10	Triptófano cerdos	%	---
P disponible	%	1,40	Treonina cerdos	%	---
Na	%	0,18			
K	%	0,03	Fibra indigestible conejos	%	---
Cl	%	0,22	Energía digestible conejos	kcal/kg	---
Mg	%	---			
Na + K - Cl	meq/kg	+ 24	Energía digestible rumiantes	kcal/kg	---
Energía bruta	kcal/kg	4.790	Energía metabolizable rumiantes	kcal/kg	---
Lisina	%	4,6	Energía neta rumiantes lecheros	UFL/kg	---
Metionina	%	1,8	Energía neta rumiantes cárnicos	UFC/kg	---
Metionina + Cistina	%	2,3	PDIA rumiantes	%	---
Triptófano	%	1,0	PDIN rumiantes	%	---
Treonina	%	3,4	PDIE rumiantes	%	---
Glicina + Serina	%	6,3	Proteína digestible rumiantes	%	---
Leucina	%	5,3			
Isoleucina	%	3,5			
Valina	%	4,2			
Histidina	%	1,3			
Arginina	%	3,5			
Fenilalanina + Tirosina	%	5,0			

LIMITE MAXIMO DE INCORPORACION

Pollos y gallinas:					
- Pollos de carne	%	0	- Pollitas	%	0
- Gallinas reproductoras	%	0	- Gallinas ponedoras	%	0
Otras aves de carne:					
- Crecimiento/terminación	%	0	- Reproductoras	%	0
Cerdos:					
- Lechones lactantes	%	5	- Lechones destetados	%	0
- Cerdos cebo crecimiento	%	0	- Cerdos cebo terminación	%	0
- Cerdas gestantes	%	0	- Cerdas madres	%	0
Conejos:					
- Conejas y gazapos	%	0	- Conejos cebo	%	0
Bovinos:					
- Terneros destete	%	0	- Terneros cebo	%	0
- Vacas lecheras	%	0			
Ovinos y caprinos:					
- Corderos y chivos	%	0	- Ovejas y cabras	%	0



## **COMUNICACIONES A LA I y II PONENCIAS**





LAS QUEMAS DE RASTROJOS Y EL VACIO GANADERO EN EL VALLE MEDIO DEL GUADALQUIVIR: ANALISIS CRITICO Y PROPUESTA DE SOLUCIONES

A. Vera y Vega  
Dpto. Producción Animal  
Facultad de Veterinaria. Córdoba

LA QUEMA DE RASTROJOS

Antecedentes históricos

A principios de siglo muchas fincas del valle medio del Guadalquivir se explotaban en tres hojas: Una, dedicada a labranza; otra, se quedaba de pastos, aprovechados por rumiantes, equinos y cerdos y la tercera se barbechaba. Las necesidades de cereales desde 1936 a 1939 y la inmediata postguerra obligaron a intensificar el cultivo de la tierra.

Mientras se mantuvo la ganadería en la comarca considerada, la Campiña, los animales, durante el verano, consumían los residuos de las cosechas y producían un efecto de trilla sobre los rastrojos no consumidos. En la hoja dejada empastar tras el cultivo, se producía el rebrote anual de la flora indígena gracias a su contigüidad a la hoja de pastos, a lo limitado de los medios de laboreo y escarda de la época, y al continuo paso del ganado desde unas a otras hojas.

Cuando la mecanización y el uso de los fertilizantes ya fueron práctica común en los años 60, era raro el cortijo que no labraba toda su extensión todos los años,

mayormente dedicada a cereales, desapareciendo así la hoja dedicada al pastoreo y el estercolado.

Paulatinamente, se extendió la quema estival de los rastrojos, una antigua práctica no usada en las fincas con ganado propio y acogido, prohibida por el art. 596 del Código Penal.

Estimación de subproductos producidos (aprovechados más quemados)

No hay estadísticas acerca de la paja producida (aprovechada + quemada). La recolectada viene a ser el 50-70% de la producida, porque la altura de la siega se regula para que los mecanismos trilladores de las cosechadoras no se sobrecarguen. Así lo recolectado empacado es sólo los dos tercios superiores de cada planta, quedando los tallos en pie sobre el suelo y, la paja, trillada larga, ahilerada sobre el suelo, junto con una fracción menuda (tamo) muy apetecible por el ganado, no recolectable mediante empacado. De nuestros estudios (5) deducimos que la producida en la comarca por Ha. oscila entre 2.500-4.500 Kg/Ha.; de ésta 500-1.000 Kg/Ha. serían tallos en pie, otros 1.000-1.500 Kg/Ha. serían aprovechables por el ganado; ambas fracciones no son empacables y son las afectadas por las quemas. Además hay 1.000-2.000 Kg/Ha. que son recolectadas por empacado y extraídas, no quemadas. El peso medio del grano contenido en las espigas obtenidas por muestreo en 33 puntos de toda España ascien-

de a 154 Kg/Ha., mayormente quemadas en la comarca considerada.

El valor mínimo de lo hoy no utilizado y quemado podría ser de unas 12-14.000 ptas. (Paja 2.000 KgX5=10.000 ptas.; grano 100 Kgx20=2.000 ptas.). El valor de lo destruído viene a ser el 15-30% del valor del grano recolectado.

### Girasol

En el caso del girasol quedan como subproductos los tallos y los restos de los capítulos troceados y sin semillas. Los restos de hojas, se pulverizan y pierden rápidamente siendo las semillas caídas rebuscadas por las palomas y perdices. Estimamos que los residuos de los capítulos troceados pueden alcanzar a 1.500-3.000 Kg/Ha.; los cañotes del girasol pesan de 1.000 a 2.000 Kg/Ha..

### Evolución cronológica de las operaciones de quema de rastrojos y alzado ulterior de las rastrojeras

En el verano de 1985 estudiamos el proceso de quema en la Campiña de Córdoba efectuando cada tres semanas un recorrido por la ruta Córdoba-La Carlota-La Rambla-Montemayor-Fernan Núñez-Torres Cabrera-Córdoba (103 Km.), representativa de la comarca donde las quemas de rastrojos tienen mayor incidencia. Las parcelas visibles a ambos lados de la ruta eran anotadas en un registro que consideraba las clasificaciones siguientes: a) Rastrojos sin

quemadas (paja retirada o presente). b) Rastrojos quemados. c) Rastrojeras alzadas. Aparte eran reseñadas las parcelas de cereal aún en pie, para seguir el proceso de la cosecha, o bien de girasol. Los números de parcelas observados en cada una de las clases permitían referirlos luego a porcentajes sobre el total cosechado en cada fecha. En la Fig. 1 se representan la evolución de los porcentajes que cada tres semanas se encontraron. El procedimiento proporciona una estimación del proceso que siguen en el tiempo las operaciones de cosechado de cereales (cebada-trigo), y las de quema y alzado de la tierra. En aquel año y ruta el porcentaje de parcelas ocupadas por cereales era del 55% siendo 45% el girasol.

La retirada de las pacas de paja dura desde junio a agosto, observándose que entre las quemadas y el alzado de las rastrojeras hay un período de tres a cuatro semanas. La recolección de los cultivos de girasol empezó hacia la primera semana de agosto; las cañas se ahileran antes de quemarlas ya en agosto mayormente.

#### Los argumentos a favor de la quema

1) Se considera necesario eliminar los pajotes antes de alzar la tierra para evitar que, con las lluvias, se formen grandes terrones reforzados como adobes sobre los terrenos arcillosos típicos de la comarca (mayormente suelos rojos y pardos mediterráneos sobre rendzinas). 2) Las quemadas contribuyen a eliminar las semillas de las malas hierbas y parásitos que infestarán los cultivos al

siguiente año. 3) Hay que quemar pronto para aprovechar que la tierra no esté aún reseca y para que, el rendimiento laboral de los equipos de alzado sea superior y, sobre todo, de tiempo a alzar con los equipos disponibles; así se favorecerá la conservación del resto de humedad que el suelo tenga, al romper su capa superficial. Las quemas tempranas, hacia junio-julio, permiten que las cenizas y pavesas se dispersen, ensuciando menos los filtros de los tractores y a los tractoristas. 4) Se afirma que el aprovechamiento de las rastrojeras por el ganado facilita la difusión de las malas hierbas en los cultivos del año venidero.

#### Efectos de la quema

La precoz quema y el anticipo de las labores de alzar ocasionaron, a su vez, que el arriendo de las rastrojeras a ganaderos de las sierras de Córdoba y Sevilla también se redujese por las razones siguientes: a) Porque para el ganadero trasterminante no merecen la pena los gastos y molestias de bajar el ganado a la Campiña si los agricultores cerealistas van a quemar y a alzar rápidamente. b) Porque a medida que el labrador tuvo más mentalidad de monocultivador, consideró que los ingresos que pudieran proporcionarle la presencia del ganadero no le compensaban de las limitaciones y compromisos de su presencia y los derivados de la infestación con hierbas. c) Porque en muchos cortijos, se arruinaron o quedaron obsoletos corrales, apriscos y viviendas para ganaderos o ya no hay ni

sestaderos ni aguadas. En suma, la difusión de las quemas redujo aún más el aprovechamiento de las rastrojeras produciéndose el actual gran vacío ganadero de la Campiña.

Las quemas de rastrojos y el laboreo profundo, junto con la dificultad de control del fuego han acabado con casi toda la vegetación arbustiva y arbórea autóctona existente, incluso la de lindes y antiguos arroyos.

El efecto más visible y espectacular de las quemas es la dramática contaminación del aire durante los meses de verano y las líneas de fogatas visibles durante las noches. Aunque el cielo está despejado durante el verano, la espesa contaminación debida a los miles de toneladas de hollín producidas por los incendios ensucia el aire del valle y deja pavesas por todas partes.

El efecto de las quemas sobre la disminución del contenido de humus en los terrenos quemados, es planteado por (2), quien ya señala las depresiones de crecimiento de las plantas al año siguiente. Roper (4) estima que tales depresiones y el aspecto amarillento de los cereales son debidos a las demandas de nitrógeno que precisan inicialmente los microbios del suelo para atacar la celulosa de la paja y considera que si se facilita el nitrógeno inicialmente requerido a dichos microbios puede lograrse un aumento ulterior en la retención de nitrógeno en determinadas condiciones de humedad. La antigua presencia del ganado proporcionaba con sus deyecciones parte de ese nitrógeno preciso par la transformación de la paja y su

integración en el suelo, trillada y reducida.

Los hallazgos de los científicos reunidos en Hatfield, 1979, (3) han sido comprobados en las zonas, entre otros, por (1), quién en vez de quemar, viene triturando los rastrojos e incorporando al suelo urea diluída y también alpechines, con buenos resultados. Ello muestra que puede haber soluciones alternativas a la de la quema y que se requiere experimentación si la reducción de materia orgánica contribuye a la erosión de las colinas arcillosas del valle o a su menos capacidad para retener el agua, un factor crítico en años secos.

En resumen, la evaluación de las ventajas e inconvenientes de la quema deberá ser comparada con las posibles ventajas derivadas de la adopción de nuevos sistemas que representen un mejor aprovechamiento de lo hoy desperdiciado.

#### Crítica de las razones a favor de las quemas

La conveniencia de evitar el reforzamiento de los terrones como adobes con el entramado de pajotes es más digna de atención cuando no se tiende a obtener la máxima cantidad de paja vendible segando alto ni se aprovechan las rastrojeras con ganado. Aquí la quema es, a la vez, causa y efecto del vacío ganadero... Si no se recoge y saca del campo la máxima cantidad de paja, si ésta no es consumida y trillada por el ganado y si tampoco se tritura para incorporarla al terreno tratándola con urea o alpe-



chines, la paja larga puede hacer daño a la preparación de la tierra para la próxima siembra y en la nascencia de las semillas, si éstas han de germinar cuando todavía la paja está pudriéndose (toxinas de putrefacción primero y carencias de nitrógeno después, en opinión de Roper, 1983).

En cuanto a la efectividad de las quemas para prevenir el desarrollo de las hierbas en los cultivos, puede razonarse que si ello fuese totalmente cierto, el reiterado empleo de tal medida hubiese atenuado mucho más el uso de herbicidas, lo que no parece suceder. Aunque la vegetación de los márgenes viarios y linderos sea, a la vez, un reservorio de tales especies, hay que admitir que buena parte de las semillas de hierbas infestantes (crucíferas, papaveráceas, compuestas, umbelíferas, Avena fatua, etc.) son difundidas por el viento desde otras zonas, puesto que la Campiña está vacía de ganado desde hace más de cuarenta años. Los costes de los tratamientos con herbicidas son 1.500-2.500 ptas./Ha..

El argumento de las quemas tempranas para facilitar las labores de alzar parece, en la mayoría de los casos, más una intención que una realidad, como se deduce de la Fig. 1. Insuficiencias de equipos de laboreo y conveniencias laborales son las que explicarían el desfase de 30-40 días entre las quemas y las operaciones de alzar. Sería preciso hacer ensayos que cuantificasen tanto la magnitud de las facilidades adicionales de la labranza temprana como las de la reserva hídrica del suelo para comparar

económicamente las ventajas pretendidas con las de la eventual pérdida del aprovechamiento pecuario durante esos 30-40 días.

Respecto al papel del ganado como portador de semillas de malas hierbas cabría proponer que el que baje de la Sierra a la Campiña permaneciese encerrado y alimentado a pesebre durante los 3-4 días precisos para evacuar las posibles semillas infestantes no digeridas.

### MEDIDAS CORRECTORAS

El esquema de la Fig. 2 indica las interacciones entre los factores determinantes del vacío ganadero y sirve de base para proponer la adopción de dos grupos de medidas correctoras: a) Las que conducen a un mejor aprovechamiento y revalorización de la paja como alimento animal (sobre todo, los tratamientos con amoníaco) o como materia prima industrial (pasta celulósica o combustible). b) Las que permitan la reintegración de la materia orgánica a los suelos, sin perjudicar a las prácticas agrícolas correctas (trituration de los rastrojos no aprovechables y riego con urea, purines o alpechines diluidos).

Todas las que se adopten incluirán la reducción de las alturas de siega de los cereales al cosechar, para que aumente la paja disponible para recolección y retirada; probablemente ello no se producirá hasta que la compensación económica por la paja adicional obtenida no supere los costes de las reducciones de rendimiento del personal

y de los equipos, obligados a trillar mayores masas.

Cualquiera de los usos posibles dependen de las relaciones de precios comparativos y de los sistemas para recolectar, manipular, transportar y conservar la paja (empacado, enfardado, amoniacado, granulación, picado o para su incorporación al suelo).

Una reactivación del empleo de las rastrojeras por parte de rumiantes en la comarca, tiene a su favor el hecho de que, siendo análogas las superficies dedicadas a cereales y a girasol, el aprovechamiento de las rastrojeras de cereales, durante tiempo tan breve, puede ser continuado con el de las de girasol. Mientras que las ovejas son las mejores recolectoras y transformadoras de las espigas caídas y de los trozos de capítulos de girasol, pueden aprovechar peor tanto los tallos de cereal en pie, como los del girasol, más aprovechables por el vacuno. Unos y otros precisan suplementos minerales y proteicos al término de la temporada de aprovechamiento, cuando los residuos valiosos se han acabado y un choque de vitamina A. La recolección de las espigas mediante cerdos ibéricos jóvenes, suplementados con minerales y vitaminas, es una operación de tanto riesgo como rentabilidad; hoy curiosidad y antaño norma.

Finalmente, la creación de "Centros de otoñada" en los grandes cortijos de la Campiña que permitiesen a los rebaños y piaras de rumiantes continuar en ellos tras el aprovechamiento de las rastrojeras, alimentados a pesebre

en corrales en septiembre a noviembre, con subproductos tratados con amoniaco, más un concentrado proteico, permitiría altas cargas de ganado durante los cortos periodos complementarios de aprovechamiento de rastrojos, de modo que el efecto de trilla de los animales sobre los residuos fuese mayor. Ello unido al más intenso consumo de los disponibles y a la incorporación de deyecciones, haría innecesaria las quemas o minimizaría sus efectos contaminantes de llevarse a cabo antes de alzar cuando agrícolamente estuviese indicado.

La prolongación del período de estancia del ganado en el valle, unido a las garantías de alimentación otoñal cuando en la sierra hay escasos recursos, junto con el aumento de la eficiencia laboral propia de la alimentación a pesebre con subproductos no encarecidos por dobles manipulaciones, podrían hacer atractivo de nuevo el uso de las rastrojeras tanto para el labrador de la Campiña que hoy pierde 12-14.000 ptas/Ha. por pretender ahorrar 1.500-2.000 ptas./Ha. de herbicidas, como para el ganadero de las sierras que sólo posee los pastos de invierno y primavera precisos y la voluntad de serlo.

Fig. 1. EVOLUCION CRONOLOGICA DE LA COSECHA DE CEREALES, LAS QUEMAS DE RASTROJOS Y EL ALZADO DE RASTROJERAS.

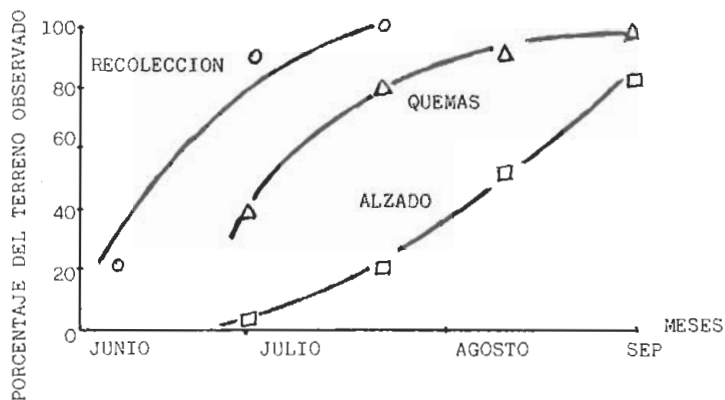
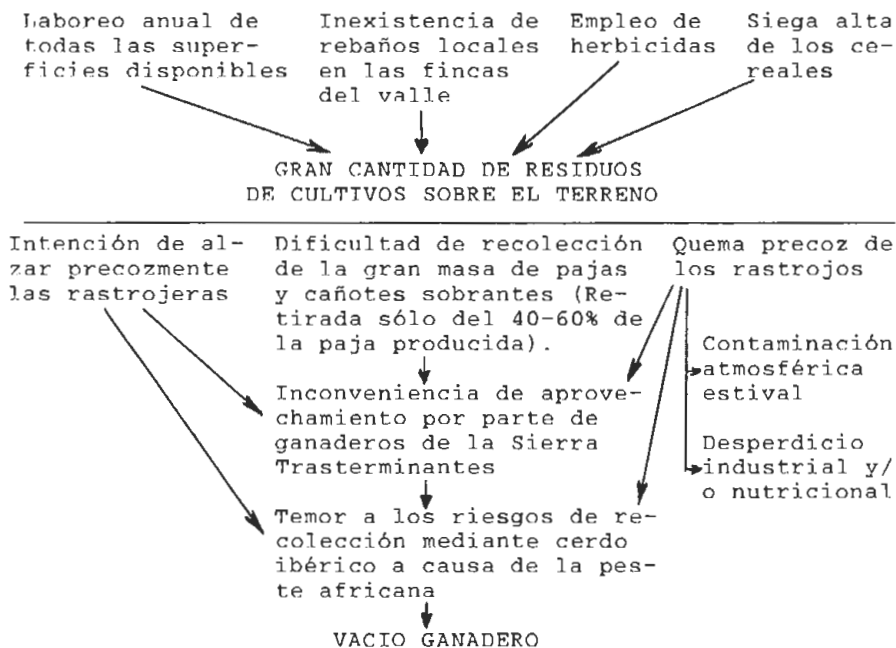


Fig. 2. ESQUEMA DE LAS INTERACCIONES ENTRE LOS FACTORES DETERMINANTES DE LAS QUEMAS DE RASTROJOS Y EL VACIO GANADERO EN EL VALLE MEDIO DEL GUADALQUIVIR



## Bibliografía

1. Delgado Castellanotti, S., 1988. Comunicación personal.
2. Gros, A. 1971. Abonos. Guía práctica de la fertilización. Ed. Mundi Prensa.
3. Grossboard, E. 1979 (Edit). Straw decay and its effect on disposal and utilization. J. Wiley and Sons. N. York.
4. Roper, M. M., 1983. Field measurements of nitrogen activity in soils amended with wheat straw. Aust. J. Agric. Res. (34).
5. Vera, A., Fernández de Mesa, J., 1987. Valor nutritivo y aprovechamiento de rastrojeras de cereales por el ganado ovino. Arch. Zoot. (36), 136 (237-251).

## Summary

Stubble burning practice, scheduling, reasons claimed, and effects in the middle valley of Guadalquivir river basin are discussed, as well as the economic apparent losses and livestock disappearance. A model of interactions among causes and some suggestions are given for revival of livestock industry, once significant in the country.

SUBPRODUCTOS DE LA PLATANERA: POTENCIAL PRODUCTIVO, PROBLEMAS Y POSIBLES SOLUCIONES PARA SU APROVECHAMIENTO

F.J. Guerra Rodríguez y A. Vera y Vega  
Dpto. Producción Animal  
Facultad de Veterinaria. Córdoba

Es sabido que uno de los principales problemas para incrementar la producción de rumiantes en las Islas Canarias (España) es la escasez de forrajes, debido, esencialmente, a la mayor rentabilidad de los cultivos hortícolas, con invernaderos o no, y de platanera, a la escasez de suelo cultivable y a la de agua, especialmente en las islas áridas o semiáridas.

Sin embargo, el cultivo de la platanera sigue ocupando en algunas islas una superficie de 13.400 Has. cuyo aprovechamiento forrajero está limitado por las siguientes razones:

- a) La producción continua, aunque con fuerte variación estacional, del plátano.
- b) Los marcos de plantación usuales que dificultan gravemente la extracción de los pies de platanera (tallos y sus hojas) tras su corta anual, después de la del racimo de plátanos.
- c) Lo quebrado y abrupto de algunas áreas dedicadas a plataneras que, junto con la estrechez de los caminos de saca para aprovechar la tierra, dificulta el transporte de los subproductos obtenibles.

La presente comunicación pretende aportar algunos datos acerca del potencial de los cultivos de platanera como posible forraje aprovechable para las explotaciones de rumiantes en las islas.

A) La capacidad productiva de forraje de una Ha. de platanera

La plantación de platanera tiene de ordinario dos o más pies, de los cuales el de dos años, portador del racimo de plátanos, es cortado tras su maduración y saca. El mayor pie restante se desarrolla y crece para florecer y fructificar al siguiente año, mientras sucesivamente se desarrolla otro más.

El pie cortado, llamado rolo, viene a pesar 40-50 Kg y porta unas 20-25 hojas, que pesan 12-15 Kg. La cepa es llamada ñame y pesa 7-10 Kg. Con los marcos de plantación actuales una Ha viene a tener 1.400-1.700 pares de pies plantados al tresbolillo (uno, el adulto fructificador, hacia los dos años y otro, el de reposición, de menos de un año) dependiendo de la altura y orientación de la plantación. Ahora bien, como el corte de los racimos y la consecutiva de su pie portante no se concentra en unos pocos meses, como es el caso de la mayoría de los cultivos, la producción total de forraje disponible como subproducto debe ser estudiada como el proceso variable y profundamente estacional que es.

Se dispuso de los registros mensuales de corta de



racimos de plátanos de un cultivador de la isla de Gran Canaria, poseedor de 25 Has en la localidad de Firgas (Gran Canaria) durante el año 1986-87. La especie cultivada es la "Musa acuminata". La plantación utilizada para el estudio podía considerarse típica de la zona y estaba sometida a las normas de cultivo, fertilización, riego y tratamientos fitosanitarios propios de las islas, en esta altura y orientación. Se estimó que venía a tener unos 1.700 núcleos de pies por Ha. Pero como el ciclo de la especie de platanera que consideramos, con nuestra localización, sistema de cultivo y clima permite un ciclo productivo algo más intensivo, lográndose una fructificación cada 10 meses, optamos por utilizar para el cálculo de potencial forrajero los registros de racimos cortados y vendidos en cada mes, puesto que por cada racimo producido está asociado el corte consecutivo del pie que lo produjo, a fin de facilitar el desarrollo del otro pie, más joven, que le acompaña.

A mayor altura sobre el mar el ritmo de fructificación es más lento y más próximo a una por año y pie de dos años. En la Fig. 1 se presenta el potencial productivo de los dos componentes de los pies cortados, el rolo (tallo) y sus hojas, a razón de 40-50 Kg por rolo y 12-15 Kg para las hojas (valores considerados medios), deducidos del corte de racimos (uno por pie cortado).

Los totales estimados finalmente ascienden a 22.950 Kg de hoja y 75.555 Kg de rolo por Ha y año.

El tallo del racimo (tolete) es un subproducto de los almacenes de clasificación y empaquetado del plátano para exportación. Pesa de 2 a 4 Kg y no tiene problemas para su recogida y distribución al ganado, previo picado, con tal de poder lograr un convenio para su retirada diaria de las empaquetadoras de plátano. Una Ha puede producir de 4 a 7 Tm de toletes de racimos al año.

B) Datos disponibles sobre el valor nutritivo de los subproductos de la platanera

Los subproductos de la platanera son el tallo del racimo (tolete) cuando el fruto se separa para transportarlo y venderlo en cajas, como es usual con el plátano canario, las hojas, el rolo (tallo) y el ñame (cepa). Las casas empaquetadoras-exportadoras (3-4 en G. Canaria) descuentan un 9% sobre el peso total de las piñas entregadas por los productores de plátano, en concepto de peso atribuido a los toletes.

Diversos autores (Hernández, 1946; Alba, 1968; Ferrando, 1969; Fornaroli y Perotti, 1970; Vaz Portugal, 1970), así como las tablas del NAS (1971) recogen datos de composición y valor nutritivo de los distintos subproductos, siendo de destacar los siguientes hechos:

- a) El bajo contenido en materia seca general de estos subproductos (4,8 a 10%), salvo las hojas (15-29%).
- b) El superior contenido en nutrientes de las hojas respecto al tallo (rolo), siendo entre 3 y 5 veces en el caso

de la proteína.

El bajo contenido en fibra del rolo y su alto contenido en agua contribuiría a explicar su efecto laxante cuando se suministra como alimento casi exclusivo sin concentrado al ganado. Una característica propia de este forraje es su alto contenido en taninos.

C) Las dificultades prácticas para el aprovechamiento de los subproductos de la platanera y su posible solución

No existe dificultades para el aprovechamiento de toletes y plátanos de desecho por parte de las empacadoras exportadoras que suelen regalarlo.

Las principales dificultades para un mejor aprovechamiento de rolo y las hojas son:

- a) La propia densidad de las plantaciones y la escasez de caminos de extracción debido a lo quebrado de algunas plantaciones situadas en bancales y barrancos.
- b) El que el corte sea un proceso continuo, aunque periódico, no exclusivo de dos o tres meses, dependiente del proceso de maduraciones sucesivas típicas, que determinan la acusada estacionalidad de esta producción.
- c) El bajo contenido en nutrientes del rolo, debido a su escaso porcentaje de sustancia seca, que puede limitar la economía de las operaciones de aprovechamiento, si han de implicar el movimiento de muchas Tm/Km.

d) El que sea indispensable el picado del rolo para poder aprovecharlo.

Por el contrario, son factores favorables el aprovechamiento de los subproductos de la platanera los siguientes:

a) La escasez de forrajes verdes para rumiantes en las islas productoras de plátano (Gran Canaria, Tenerife y La Palma).

b) El que las operaciones de corte y saca de la plantación deben ser efectuadas de todos modos, cualquiera que sea su coste, no siendo recomendable dejarlos abandonados entre las plataneras, por razones sanitarias, aunque se pudren pronto.

c) Puestos a utilizar las hojas, el forraje de mayor valor nutritivo, cuyo potencial es del orden de 4-5 Tm de sustancia seca por Ha y año, no sería razonable que el sistema de recogida, transporte y aprovechamiento ganadero desperdiciara los 7-8 Tm de sustancia seca por Ha de los rolos, siempre que los portes no hayan de ser a larga distancia.

El aprovechamiento de los ñames es más complicado, porque hay que arrancarlos y limpiarlos de tierra, por lo que no los consideramos aquí.

D) Propuestas concretas para el aprovechamiento ganadero de los subproductos de la platanera en Canarias

a) Medidas encaminadas a facilitar la saca de los forrajes de la plantación

Un sistema de marco de plantación tradicional en las zonas más bajas de Gran Canaria, es el de trebolillo con distancias entre líneas de 1,5 m, lo que no permite una fácil circulación, ni siquiera de pequeños vehículos. Este marco viene a proporcionar, aproximadamente  $10.000/1.700=5,88-6$  m<sup>2</sup> por cepa (dos pies, uno joven y otro fructificador). Como el tamaño medio de muchas propiedades está entre 0,5-2,5 Has, el que no haya vías de saca de los racimos y del forraje de corta de rolos y hojas no plantea la necesidad y/o la conveniencia de establecer otros marcos de plantación. Por otra parte, los sucesivos procesos anuales de corte de los tallos que fructificaron y rebrote de las mismas cepas hace que, al cabo del tiempo, las cepas no conserven exactamente las mismas alineaciones y espaciamientos que se dan en plantaciones arbóreas leñosas.

Una propuesta que permitiría la mecanización de la saca, sobre todo en las áreas menos suaves, sería un marco de plantación en el que las líneas están espaciadas alternativamente a 1,5 y a 3 m, el cual viene a proporcionar a cada ñame (cepa) 6,07 m<sup>2</sup>, equivalente al tradicional, pero que ya permitiría la circulación de algún vehículo de extracción.

La necesidad de caballones para ayudar a retener aguas y suelos, cuando no se riega por goteo, haría más recomendable vehículos de orugas para la extracción de racimos y de los rolos, hojas y ñames aprovechables que los de ruedas. Entre los disponibles en las islas puede tener interés el vehículo oruga todo terreno marca Honda-HP-250, de 2,4 HP y 90 c.c. de cilindrada, capaz de portear 400 Kg incluso en pendientes del 25%.

b) Establecimiento de explotaciones ganaderas en las proximidades de las plantaciones plataneras

Será preciso estudiar en cada caso el tamaño óptimo y la viabilidad de explotaciones de rumiantes, contiguas a las plantaciones. Ello eliminaría los costes de transporte de los subproductos forrajeros considerados y estimularía mediante medidas de apoyo oficial su establecimiento.

Ello permitiría reducir los costes de extracción de rolos y hojas y aprovechar unos subproductos que, en su conjunto, vienen a representar alrededor de 10 Tm de sustancia seca por Ha, proporcionando mayor diversificación y tamaño a las explotaciones plataneras, a veces muy afectadas por su condición de monocultivo y minifundio.

Considerando la escasez de forraje para rumiantes en las islas y su precio, quizás podría admitirse que el valor potencial de estos forrajes podría ser de 60-80.000 pts/Ha valor muy interesante, sobre todo, para los pequeños propietarios de plataneras, si se facilitase su

aprovechamiento ganadero.

c) Conservación y empleo del forraje disponible

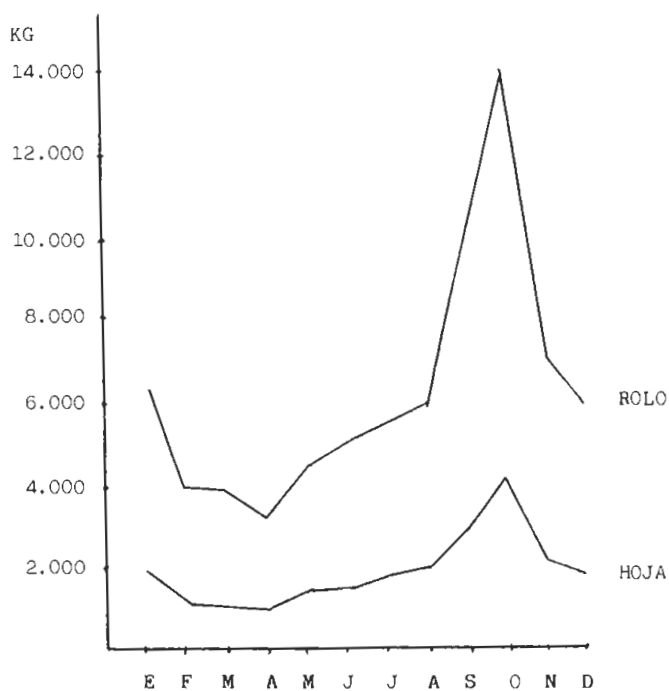
Puesto que un 70-75% del forraje obtenible se produce desde julio a enero y un 40-45% solo en los meses de máximos cortes (agosto-noviembre) y por diversas razones es recomendable adoptar el tamaño de las explotaciones de rumiantes al consumo de raciones con no mucha variabilidad, el pico de producción de los meses de agosto a noviembre podría ser conservado mediante ensilado en silos bunker. Para hacer más económicas las operaciones, logrando la masa de forraje precisa para un día de trabajo, podría ensayarse el picado y ensilado del forraje recolectado cada tres días y, desde luego tratar de prever o tener información de las cortas que se hagan en las proximidades del lugar de ensilado, ofreciendo alguna compensación económica a los plataneros.

Dado el escaso contenido en sustancia seca y en carbohidratos fermentables del rolo, sería indispensable la adición de un 20-25% de harinas de cereales. Posiblemente la incorporación de pequeñas cantidades de urea y sal común contribuirían a hacer más nutritivo y apetecible el ensilado.

Este forraje (verde picado de los meses de menor disponibilidad más el ensilado de los meses de máximos cortes) podría aportar un 35-50% de las necesidades energéticas totales del ganado. El complemento en proteínas y

minerales del forraje, previo análisis del ensilado, permitiría una alimentación con costes probablemente competitivos aprovechando un forraje hoy muy desperdiciado. Tanto si las explotaciones ganaderas son anejas a las plantaciones de plataneras, como si se tratase de explotaciones coexistentes y contiguas, resultarían ventajas para plataneros y ganaderos, por lo que los servicios agropecuarios de las islas deberían fomentar su aprovechamiento con medidas tales como subvenciones durante un periodo de difusión, demostraciones y campañas de divulgación.

Fig. 1. ESTIMACION DE LA PRODUCCION FORRAJERA DE SUBPRODUCTOS DE LA PLATANERA POR HA Y MES (HOJAS Y ROLOS)





## Bibliografía

ALBA, J. de, 1968: Alimentación del ganado en la América Latina. Edit. la Prensa Médica Mexicana. México.

CUENCA, C.L. de, 1941: Tablas españolas de composición y valor nutritivo de cien alimentos españoles. Anales del Instituto de Biología Animal (VI, 1-2: 22).

FERRANDO, F. 1969: "Ensayo sobre la insularidad y las condiciones de higiene y de alimentación de los animales domésticos". I Semana de Estudios sobre Problemas de la Producción Animal en las áreas insulares. Soc. Vet. Zoot. Madrid.

FORNAROLI, D y PEROTTI, L, 1970: La platanera y sus frutos: Taxonomía, composición químicas y utilizaciones posibles en la alimentación animal. Zootechnia (monografía): 481-488.

GUERRA RODRIGUEZ, F.J. 1987: "Proyecto de Explotación Caprina en Gran Canaria". Facultad de Veterinaria. Córdoba

HERNANDEZ HERNANDEZ, S. 1946: " La platanera en la alimentación del ganado". Anales del Instituto de Biología Animal. Vol VIII.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1971: "Atlas of Nutritional Data on United States and Canadian Feeds". Washington.

VAZ PORTUGAL, A. 1970: " Comentaríos sobre la composición de los forrajes de platanera". Zootechnia (monografía): 479-480.

PERSPECTIVAS DEL CARDO GIGANTE U ONOPORDO (Onopordum nervosum Boiss.) COMO FUENTE DE ALIMENTO PARA LA PRODUCCION ANIMAL.

GALVEZ RAMIREZ, C. & E. HERNANDEZ BERMEJO.  
Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas . Universidad de Córdoba.

INTRODUCCION:

Bajo las condiciones ambientales mediterráneas que dominan en parte de la Península Ibérica, se encuentran extensas poblaciones de grandes cardos, de rápido desarrollo, bajas exigencias ambientales y alta ruderalidad (GALVEZ et al., 1986). Algunas de estas especies han sido objeto de diversos programas de investigación como importantes productoras de biomasa transformable en biogas (metano) o alcohol, dentro del programa especial I+D de Agroenergética desarrollado por CAICYT.

Los autores de este trabajo abordamos, gracias a un proyecto de la división BIOMASA, dentro de aquel programa especial, la prospección e identificación de especies vegetales de elevada rusticidad y producción de biomasa transformable, así como el estudio preliminar de varios aspectos relacionados con la domesticación y técnicas de explotación agronómica de estas especies en áreas marginales.

Como resultado de la desfavorable coyuntura mundial en el desarrollo de la Agroenergética, a consecuencia de la disminución de los precios del petróleo, los resultados de este trabajo pueden no tener una aplicación inmediata en este área, pero desde otro punto de vista presentan mayor interés, como es el caso de la búsqueda de nuevas fuentes de alimento para la producción animal, sobre todo en áreas marginales.

MATERIAL Y METODOS:

Las muestras de las 9 especies consideradas en la prospección preliminar, fueron recogidas en poblaciones silvestres en la mitad Sur de la Península Ibérica. Las localidades de origen y fechas de recolección de este material fueron las siguientes:

<u>ESPECIE</u>	<u>LOCALIDAD</u>	<u>FECHA RECOL.</u>
<u>Carthamus arborescens</u> L.	Casabermeja(MA)	18/5/86
<u>Cirsium scabrum</u> (Poir.) D.	San Roque(CA)	18/5/86
<u>Echium boissieri</u> Stendel.	Nueva Carteya(CO)	10/6/86
<u>Notobasis syriaca</u> (L.) Cass.	" "	10/6/86
<u>Onopordum acanthium</u> L.	Moral de Cva(CR)	14/5/86
<u>O. illyricum</u> L.	" "	14/5/86
<u>O. nervosum</u> Boiss.	Baena(CO)	10/6/86
<u>Thapsia villosa</u> L.	Lucena(CO)	10/6/86
<u>Verbascum thapsus</u> L.	"	10/6/86

Tanto las muestras de semillas como las de forrajes utilizadas para poner de manifiesto la variabilidad del contenido en componentes estructurales y proteína bruta dentro del género Onopordum, y en especial de O. nervosum, fueron recogidas de plantas cultivadas en terrenos del Jardín Botánico de Córdoba. Todas las plantas se recolectaron durante la floración, menos las utilizadas para comparar su composición según el estado fenológico de recolección; en este caso las plantas se recolectaron en los siguientes estados fenológicos: (1) PREFLORACION, plantas que han alcanzado su altura máxima pero no han comenzado a florecer y (2) FLORACION AVANZADA, cuando esta ha comenzado y ya hay capítulos fecundados con los frutos madurando.

La denominación de las diferentes muestras de forraje utilizadas en los análisis de la variabilidad de O. nervosum es la misma que la utilizada para las muestras de semillas empleadas en la siembra de parcelas (Cuadro nº 2).

Las plantas una vez recolectadas, se secaron en horno a 70°C durante cinco días, y se picaron en su totalidad. A continuación se molieron fracciones de 100 gr. en un molino centrífugo (CYCLOTEC) provisto de malla de 1 mm. de diámetro, limpiándose su interior entre muestras consecutivas.

El contenido en proteína bruta se estimó mediante la técnica Kjeldahl, multiplicando el valor de N presente por el factor 6.5. El análisis de los componentes estructurales (ADF, NDF y ADL) se realizó por el método de Van Soest. El extracto etéreo (E.E.) se extrajo mediante solubilización con éter de petróleo a reflujo en Soxhlet, durante cuatro horas.

O. nervosum Boiss. es una especie endémica de la Península Ibérica (TUTIN et al., 1976), enclavada taxonómicamente en la tribu Cardueae Cass. de la familia Compositae. Recibe popularmente los nombres de cardo gigante, cardo tobero, toba y también el de cardo borriquero, confundiendo este último con el de otros cardos de varios géneros diferentes (CEBALLOS JIMENEZ, 1986).

El área de distribución de esta especie abarca gran parte de la Península Ibérica, encontrándose presente en las siguientes unidades geográficas: Alentejo, Cordilleras Béticas, Beira, Castilla La Nueva, Depresión del Ebro, Valle del Guadalquivir, Litoral Gaditano-Onubo-Algarbiense y Sistema Ibérico (SAINZ OLLERO & HERNANDEZ BERMEJO, 1981). Sus poblaciones se establecen desde el nivel del mar hasta los 1500-2000 m.s.m., asentándose sobre suelos calizos básicos, raramente neutros, secos parte del año, no necesariamente ricos en materia orgánica, pero siempre alterados periódicamente por el hombre (GALVEZ et al., 1986), manifestando así su fuerte carácter ruderal.

Se trata de una planta de desarrollo monocárpico perenne ("bienal"), que pasa parte de su ciclo como roseta y alcanza los 2.5-3 m. de altura cuando florece; sus hojas son reticulado-venosas, subglabras por encima y peloso-aracnoides por debajo. Toda la planta está ornada de espinas, tanto las hojas de la roseta como las de la planta desarrollada, lo que no evita que sea consumida, tanto en verde como después de secarse, por el ganado.

#### RESULTADOS Y DISCUSION:

Después de valorar los resultados de los análisis con las especies consideradas en la primera prospección (ver cuadro nº1) decidimos continuar nuestro trabajo sólo con especies del género Onopordum, y en especial con O. nervosum. Las principales razones que justifican esta decisión fueron: (1) las elevadas producciones estimadas en las poblaciones silvestre con valores comprendidos entre 49.52 y 66.20 tm/ha, (2) O. nervosum es consumida frecuentemente por el ganado bovino y mular cuando estos pastan en las cercanías de sus poblaciones, (3) tanto el contenido en P.B. como en componentes estructurales indican una composición aceptable considerándole como recurso de interés agroenergético o como futura fuente de alimento para la producción animal.

Los resultados analíticos demuestran una gran variabilidad en el contenido en P.B. y componentes estructurales entre las diferentes poblaciones de O. nervosum estudiadas (cuadro nº2). Como se advierte, el contenido en P.B. es relativamente alto, sobre todo si se compara con el de subproductos empleados en la alimentación animal. Los bajos índices de ADL, con valores extremos de 8.32 y 13.07% sobre el peso seco, hacen suponer una buena digestibilidad, aunque este aspecto deberá ser confirmado ulteriormente mediante pruebas de digestibilidad "in vitro".

Los datos obtenidos sobre muestras recolectadas en dos estados fenológicos diferentes (prefloración y floración avanzada), muestran que ésta no influye en el valor de ADF, pero si, en cambio, influye en el contenido en P.B. que desciende de 9.19 a 8.05% al alcanzar la floración, y en los valores medios de ADL y NDF que pasan de 6.78 a 9.77% y de 47.72 a 49.63%, respectivamente, detectándose estas diferencias significativas con un 99.9% de probabilidad. Además, también se observaron diferencias significativas por encima del 99.5% de probabilidad entre todas las plantas, para todos los parámetros analizados, hecho de fácil explicación si tenemos en cuenta que se trata de una especie sin domesticar y con una gran variabilidad intraespecífica, incluso entre los individuos de una misma población. Por tanto, parece claramente mejor el estado fenológico PREFLORACION, con menores valores de ADL y mayor contenido en celulosa y P.B., al menos a priori, para su aprovechamiento en la alimentación animal.

Dada la elevada producción de semillas de todas las especies del género Onopordum (aproximadamente 200 gr/planta, según estudios preliminares) se ha realizado una prospección sobre el contenido en P.B. y extracto etéreo de éstas (ver cuadro nº4). De nuestros resultados cabe destacar el rendimiento en E.E. de las semillas de O. acanthium (21.19%) y en la población PORZUNA de O. nervosum (20.63%), datos que no difieren significativamente al 95% de probabilidad. El valor medio de todas las poblaciones de O. nervosum fué de 18.98%, muy próximo al 18.54% obtenido por BORDEJE (1977) sobre poblaciones de Castilla La Nueva. Los valores máximos de P.B. también corresponden a las semillas de O. acanthium con el 20.26% sobre su peso seco, seguido de cerca por la población VALDEPEÑAS con 19.86%, entre los que no existen diferencias significativas al 95% de probabilidad. Los valores menores en P.B. y E.E. corresponden a las semillas de O. macracanthum y O. illyricum, respectivamente.

Los estudios sobre la variabilidad, tanto a nivel de ensayos de campo como de datos de pliegos procedentes de plantas recolectadas en sus localidades de origen, ponen de manifiesto su alta variabilidad respecto a caracteres como porte, ramificación y espinescencias. Como resultado de estos trabajos hemos diferenciado cuatro ecotipos o variedades : a) VALLE DEL GUADALQUIVIR, b) SUBETICO, c) LA MANCHA y c) VALLE DEL EBRO; entre todos destacan algunas poblaciones del primer ecotipo por su gran desarrollo en biomasa, menor espinescencia y tomento que el resto.

A fin de posibilitar futuros trabajos de investigación se han recolectado cerca de 200 entradas de semillas procedentes de otras tantas poblaciones silvestres, seleccionándose además, individuos de elevada biomasa y baja espinescencia. Este material genético se encuentra encapsulado en condiciones de baja humedad y frío en el Banco de Germoplasma Vegetal del Jardín Botánico de Córdoba.

#### CONCLUSIONES:

Los resultados analíticos obtenidos muestran a O. nervosum Boiss. como una especie de altos contenidos en componentes estructurales fácilmente digeribles para el ganado, frente a un bajo contenido en lignina y aceptables porcentajes en P.B.. La planta es además de ser aceptada de forma espontánea por el ganado bovino y mular, y se cuenta con la posibilidad de su ensilado, tal y como pueden serlo otros "cardos" sin perjuicio de su palatabilidad (VERA VEGA, comunicación personal).

Otras especies consideradas en nuestra prospección previa (cuadro nº 1), como Carthamus arborescens L., también podrían tener éxito como fuente de alimento animal en zonas tremendamente xéricas, dado su tradicional aprovechamiento espontáneo por el ganado caprino en algunas de las zonas de más baja pluviometría del Sur-Este peninsular.

Estos resultados, junto con el conocimiento que hoy poseemos de su biología (GALVEZ & al., 1986; PEREZ GARCIA, 1986) y requerimientos agronómicos y la adaptación natural al ambiente Mediterráneo característico de la mayor parte de la Península Ibérica (donde se encuentra de forma natural y endémica), nos presentan a O. nervosum como una especie con ciertas posibilidades de convertirse en una nueva fuente de alimento para la producción animal, al menos en zonas donde las condiciones edafoclimáticas no permitan el cultivo de otras especies.

Además, el uso de la parte aérea de la planta como forraje, y las semillas como productoras de materia grasa ricas en ácidos grasos insaturados BORDEJE (1977) que producirían una torta con elevado contenido en proteínas tras su extracción, de probable utilidad ganadera, hablan a favor del posible aprovechamiento integral de la planta.

#### BIBLIOGRAFIA:

- BORDEJE, M., 1977. Determinación del contenido en ácidos grasos de los aceites de semillas de Silybum marianum (L.) Gaertn., Onopordum acanthium L., O. illyricum L., y O. nervosum Boiss. Tesis Doctoral, Fac. Ciencias Biológicas, Univ. Complutense, Madrid.
- CEBALLOS JIMENEZ, A., 1987. Diccionario ilustrado de los nombres vernáculos de las plantas de España. 687p. Ed. ICONA, Madrid.
- GALVEZ, C.; CLEMENTE MUÑOZ, M.; TORRENT, J.; PARRA, M.A. & HERNANDEZ BERMEJO, E., 1986. Biological cycle and adaptative strategies of three non-annual ruderal iberian Cardueae: Onopordum nervosum, Carthamus arborescens and Cirsium scabrum. Estambul (Turquia). Septiembre, 1986.
- PEREZ GARCIA, F., 1986. Dormición de semillas en Onopordum nervosum Boiss. (Asteraceae). Tesis Doctoral, E.T.S.I.A. Univ. Politécnica, Madrid.
- SAINZ OLLERO, H. & E. HERNANDEZ BERMEJO, 1981. Síntesis corológica de las dicotiledóneas endémicas de la Península Ibérica e Islas Baleáres. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Colección monográfica I.N.I.A. Nº31.
- TUTIN, T.G., et al., 1976. Flora Europaea, IV. Cambridge University Press. 505 pp.

CUADRO N°1 .- Contenido en proteína bruta (PB) y componentes estructurales, parte consumida y producción estimada en tm/ha del forraje de 9 especies mediterráneas (datos en tanto % sobre materia seca).

<u>ESPECIES</u>	<u>PB</u>	<u>NDF</u>	<u>ADF</u>	<u>ADL</u>	<u>PROD. EST.</u>	<u>CONS.</u>
<i>Parthamus arborescens</i>	4.90	61.75	51.69	11.51	1.5	brotes
<i>Cirsium scabrum</i>	5.43	64.22	52.73	10.78	53.04	raiz
<i>Cichium boissieris</i>	9.10	51.67	41.85	13.13	50.40	no
<i>Lotobais syriaca</i>	6.68	55.92	48.27	12.32	20.03	no
<i>Onopordum acanthium</i>	10.46	53.60	42.92	8.76	49.52	no
<i>O. illyricum</i>	9.03	57.03	48.00	9.99	63.36	no
<i>O. nervosum</i>	10.71	51.20	44.18	13.07	66.20	p.aerea
<i>Thapsia villosa</i>	8.08	53.73	44.98	8.71	5.24	no
<i>Verbascum thapsus</i>	8.28	57.57	46.23	15.93	7.00	no



CUADRO N<sup>o</sup> 2.-Contenido en proteína bruta (PB) y componentes estructurales del forraje de 13 muestras de *Onopordum* spp. (datos en % sobre materia seca). Letras diferentes para cada parámetro indican diferencias significativas al 95% de P.

<u>ESPECIE</u>	<u>POBLACION</u>	<u>PB</u>	<u>NDF</u>	<u>ADF</u>	<u>ADL</u>
<i>Onopordum acanthium</i>	SORIA	10.46 a	54.35 b	42.92 bc	8.78
<i>O. illyricum</i>	CIUDAD REAL	9.03 bcd	57.03 a	48.00 a	9.89
<i>O. nervosum</i>	ALMODOVAR	8.16 def	45.37 g	34.94 e	9.79
	ARAHAL	8.46 cde	53.57 b	42.93 bc	8.73
	BAENA	10.71 a	51.20 c	44.18 b	13.07
	BAENA (ALBINO)	7.47 f	50.61 cd	39.81 d	9.73
	CARMONA	7.61 ef	52.57 bc	42.45 bc	11.49
	CERRO MURIANO	8.60 cd	50.52 cd	40.93 cd	10.35
	ECIJA	9.18 bc	53.74 b	42.67 bc	9.97
	JEREZ	8.89 bcd	47.85 ef	38.95 d	8.32
	CORDOBA L.T.	8.05 ef	45.90 fg	40.75 cd	10.23
	PORZUNA	9.50 b	49.07 de	38.85 d	10.04
VALDEPEÑAS	7.71 ef	56.52 a	46.83 a	10.26	

DIF. SIGNIF. ENTRE:

POBLACIONES	**	**	**	*
PLANTAS	N.S.	**	**	**
INTERAC. POBL/PLANTAS	*	**	**	**

CUADRO No 3.- Influencia del estado fenológico de recolección, en el contenido en proteína bruta (PB) y componentes estructurales del forraje de Onopordum nervosum Boiss. (datos en % sobre materia seca).

<u>PLANTAS</u>	<u>PB</u>	<u>NDF</u>	<u>ADF</u>	<u>ADL</u>	<u>CELUL.</u>	<u>HEMICEL.</u>
A	9.18	45.84	--	--		
B	8.40	46.34	36.96	7.47		
C	10.05	44.46	35.32	4.87		
D	10.05	53.86	40.76	8.04		
E	8.24	48.07	37.85	6.75		
$\bar{X}$	9.19	47.72	37.72	6.78	30.94	10.90
A	7.76	49.36	--	--		
B	8.11	49.56	37.31	7.31		
C	8.18	49.07	36.17	10.60		
D	8.27	47.84	36.73	7.77		
E	7.93	52.84	41.78	13.39		
$\bar{X}$	8.05	49.63	37.99	9.77	28.22	11.64

IF. SIGN. ENTRE:

ESTADOS FENOLOGICOS	**	**	N.S.	**
PLANTAS	*	**	**	*
INTERAC. E.F/PLANTA	N.S.	**	**	**

CUADRO N<sup>o</sup> 4.- Contenido en proteína bruta (PB) y extracto etéreo (EE) de la semillas de Onopordum acanthium, O. illyricum, O. macracanthum y diferentes poblaciones de O. nervosum, en tanto % sobre materia seca (letras distintas despues de cada dato indican diferencias significativas al 95% de P. para cada parámetro analizado).

<u>ESPECIE/POBLACION</u>	<u>%PB</u>	<u>%EE</u>
Onopordum acanthium	20.26 a	21.19 a
O. illyricum	19.00 bcd	15.43 h
O. macracanthum	17.14 f	18.10 defg
O. nervosum (valores medios)	18.38	18.98
VALDEPENAS	19.86 ab	19.83 abcd
PORZUNA	19.39 abc	20.63 ab
CORDOBA (LT)	19.01 abcd	19.21 abcde
ARAHAL	18.80 abcde	17.40 efgh
CERRO MURIANO	18.37 bcdef	16.37 fgh
ECIJA	18.22 cdef	18.54 cdefg
JEREZ	18.18 cdef	20.34 abc
CARMONA	18.01 cdef	18.61 bcdef
BAENA	19.91 cdef	20.16 abcd
BAENA-ALBINOS	17.48 def	18.19 cdefg
ALMODOVAR	17.00 f	19.51 abcde

DIF. SIG. ENTRE:

ESPECIES y/o POBLACIONES	*	*
M.D.S. (95%)	1.6	2.41

## **DISCUSIONES A LA 1.<sup>a</sup> SESION**



## DISCUSION

### Aplicación del proceso de extrusión

Es un proceso costoso y se aplica principalmente a los productos amiláceos utilizados en piensos muy especiales, como los de animales de compañía y piensos de arranque de lechones. Se aplica también al "full fat bean", aunque al ser un proceso muy rápido es difícil de controlar con exactitud. En Francia se aplica a leguminosas, para dar a la vez un tratamiento término y mejorar su digestibilidad, siempre con vistas a piensos de alto coste.

### Utilidad del peso específico para estimar el valor energético de la cebada

Existe una relación significativa entre peso específico y porcentaje de fibra y entre este y valor energético. No obstante, las ecuaciones de regresión que se han obtenido, generalmente, solo valen si se aplican dentro de la misma variedad y cosecha. Aplicadas en años sucesivos pierden precisión. Existen ecuaciones más estables a partir, directamente, del porcentaje en fibra y la medida de esta no es gran problema con los aparatos semiautomáticos.

### Estrategia de los fabricantes de piensos en relación a la valoración de las materias primas

Cuando el producto se recibe en puerto debería existir un laboratorio de control que lo valorase. Un laboratorio de este tipo existe en Rotterdam financiado por todos los fabricantes de piensos.

A nivel de componentes clásicos, y como sistema de

medida ultrarápido, los sistemas de valoración con infrarrojos pueden resultar suficientemente precisos, aunque hay que calibrarlos muy a menudo para evitar desviaciones.

Otro camino sería el laboratorio de fábrica utilizando aparatos semiautomáticos para análisis de fibra, nitrógeno, etc...

En productos como el sorgo no hay más remedio que tener una idea del contenido en taninos. Los métodos de medida deben adaptarse a las características de los taninos presentes en las nuevas variedades.

En cualquier caso, un aspecto a considerar es si se dispone de suficientes silos como para separar partidas de un mismo producto con diferente composición; por ejemplo, partidas de harina de soja entre 45 y 49% en PB, distribuidas en dos silos con  $>$  ó  $<$  del 47% de PB. Una solución sería tener silos divididos verticalmente, para aumentar la capacidad de almacenaje por separado.

#### Valoración nutritiva y coste del subproducto

Se hace referencia a la falta de atención entre los científicos a los aspectos económicos del aprovechamiento de los subproductos. En este sentido, por una parte, se señala la necesidad de operar a nivel de estudios básicos, para saber cuál es el valor en nutrientes del producto que tenemos. Y, por otra parte, se está de acuerdo en la necesidad de integrar estos aspectos con los derivados de la ingeniería de recogida, transporte, almacenamiento, conservación y suministro a los animales, cuyo coste debe ser contemplado. El estudio de estos últimos, sin embargo,

pueden requerir el concurso de otros especialistas.

#### Investigación puntual o integral

Queda de manifiesto la existencia de trabajos de carácter puntual, incluso en los aspectos relacionados con la valoración nutritiva, ya que en la mayoría de los casos se realizan valoraciones de un solo producto, que no permiten la obtención de ecuaciones de predicción de su valor nutritivo.

En mucha menor medida se realizan estudios sobre determinación del nivel de incorporación y posibilidades de utilización en dietas prácticas para animales, en las que se valore la repercusión que puedan tener sobre la productividad y la salud del animal a largo plazo.

Faltan, como se ha señalado anteriormente, valoraciones del coste de manipulación y ensayos demostrativos de empleo a nivel de los ganaderos, así como coordinación de los trabajos realizados.

Se considera necesario llamar la atención sobre este tema a los organismos competentes del Ministerio de Educación y Ciencia (C.S.I.C., C.I.C.Y.T.) y del Ministerio de Agricultura (INIA). Es posible que los actuales sistemas de valoración de la labor de investigación no propicien este tipo de trabajos, que se enmarcan más bien en actividades de desarrollo.

#### Condiciones de medida de la producción y utilización de biomasa en el cardo gigante

Las muestras se tomaron sobre plantas silvestres,



estableciendo ajustes en función de la duración bianual del ciclo de las plantas, aunque parece posible la inducción de un desarrollo anual.

La adaptación a condiciones marginales de suelo y pluviometría parece venir avalada por las zonas en las que se producen.

No existen ensayos de valoración de su palatabilidad, aunque si observaciones sobre el consumo, incluso después de secos, por ganado mular, que llegaron a arrasar alguna zona sometida a control.

**P o n e n c i a · I I I**  
**UTILIZACION DE SUBPRODUCTOS EN  
LA ALIMENTACION DE CONEJOS**

**C. DE BLAS (\*)**  
**M. J. VILLAMIDE (\*)**  
**P. PEREZ DE AYALA (\*)**

(\*) Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica. Madrid.



UTILIZACION DE SUBPRODUCTOS  
EN LA ALIMENTACION DE CONEJOS

C. de Blas, M. J. Villamide y P. Pérez de Ayala  
Departamento de Producción Animal  
Universidad Politécnica de Madrid

Introducción

La cría de conejos ha sido un sistema tradicional para la producción de carne en la mayor parte de los países del Mediterraneo occidental. Su destino fundamental era el autoconsumo en pequeñas explotaciones de zonas de huerta, para lo que esta especie presenta dos ventajas importantes:

a) su sistema de alimentación herbívoro y su alta prolificidad, que permiten producir eficazmente proteína animal a partir de recursos forrajeros baratos, y particularmente subproductos de huerta, y

b) su pequeño tamaño, que facilita el autoconsumo familiar directo en fresco, evitando la necesidad de conservar la carne.

Debido a estas características, existe desde hace unos años un interés creciente por el desarrollo de la producción tradicional de conejos en países del área tropical del Tercer Mundo (Cheeke, 1986), en base a pequeñas unidades de producción y alimentación con forrajes de baja calidad.

Por el contrario, la situación en Europa ha variado a partir de los años sesenta en el mismo sentido que el resto de los sistemas de producción ganadera. La producción de conejos se basa hoy principalmente en sistemas intensivos a base de piensos compuestos completos, aunque la utilización de animales híbridos y granjas climatizadas es todavía minoritaria.

De la adaptación del conejo a sistemas de alimentación extensivos permanecen sin embargo unas limitaciones que condicionan las posibilidades de intensificación y que es preciso respetar para evitar la aparición de serios trastornos digestivos.

### **Posibilidades de inclusión de alimentos fibrosos en piensos compuestos para conejos**

Las particularidades del aparato digestivo del conejo se centran en el sistema fermentación cecal/coprofagia. Un esquema resumido se presenta en la figura 1. Los mecanismos de separación de partículas finas y gruesas a nivel del colon permiten por un lado una elevada velocidad de tránsito del alimento (y por tanto una mayor velocidad y capacidad de ingestión) de los alimentos de baja calidad, y una selección para la fermentación en el ciego del material potencialmente más digestible. Este sistema es la base de los altos rendimientos que alcanza esta especie aún cuando se alimenta con dietas de baja concentración en nutrientes. La contrapartida es la baja digestibilidad de la fracción fibrosa de los forrajes, inferior incluso a la del ganado porcino. La fibra poco lignificada es en cambio altamente digestible.

La reingestión diaria de las heces blandas procedentes del vaciado del ciego permite por otra parte un reciclado eficaz de nitrógeno endógeno y un aporte de vitaminas hidrosolubles y minerales que tiene mayor importancia relativa en condiciones extensivas que en sistemas intensivos de producción (Lorente y col, 1988).

La principal limitación que supone esta particular fisiología digestiva es la necesidad de incluir un mínimo de fibra en la ración para evitar una excesiva entrada y permanencia de material fermentable en el ciego que predispone a la aparición de diarreas. Las necesidades de fibra aumentan cuando ésta se muele excesivamente o cuando

su estructura física y química facilitan su entrada en el ciego y su fermentación microbiana (pulpa de remolacha o de cítricos, por ej.). Por esta razón algunas normas de necesidades (como las del INRA, 1984) expresan estas necesidades en fibra indigestible, recomendando unos niveles mínimos del 12 y 10% para piensos de cebo y reproductoras, respectivamente.

A pesar de esta limitación, los conejos son capaces de alcanzar altos niveles productivos (crecimiento, producción de leche, prolificidad) en relación a otras especies zootécnicas, por su elevada capacidad de ingestión de alimentos fibrosos. Así se ha observado que dietas con alrededor de 2200 kcal de ED/kg (y consecuentemente con niveles relativamente bajos de proteína o de aminoácidos esenciales) permiten obtener rendimientos aceptables tanto en cebo (de Blas y col, 1986a) como en lactación (Méndez y col, 1986). Esto supone conseguir productividades elevadas con dietas que contienen por ejemplo alrededor de un 40 % de forrajes secos y subproductos fibrosos junto con un 20 % de salvado.

En el cuadro 1 se presenta un ejemplo de recomendaciones para diferentes tipos de piensos de conejos. Las explotaciones de mayor tamaño y productividad, tienden a utilizar piensos específicos para cebo y reproductoras y buscan un coste mínimo /kcal de ED; las buenas condiciones sanitarias de estas granjas permiten reducir el contenido en fibra del pienso a niveles próximos al mínimo recomendado; en esta situación el óptimo económico se alcanza con una concentración en nutrientes relativamente elevada. Para el mercado de pequeñas explotaciones de tipo familiar se tiende en cambio a producir piensos únicos de baja concentración, lo que por un lado disminuye el coste/kg de pienso (aunque no el coste/kcal) y por otro reduce al mínimo el peligro de trastornos digestivos en granjas con un bajo grado de control sanitario.

En resumen, la utilización de cantidades importantes de alimentos fibrosos es posible y necesaria para conejos tanto en los sistemas tradicionales como en los sistemas modernos de producción. Esto es compatible con el interés del empleo de alimentos de alta concentración (grasa, soja) como forma de compaginar un alto contenido en fibra poco utilizable en la dieta con las elevadas necesidades que imponen los ritmos productivos cada vez mayores que se exigen a esta especie.

### Restricciones al uso de subproductos

Las materias primas más utilizadas en las fórmulas de piensos para conejos se muestran en el cuadro 2. Como puede apreciarse, la mayor parte de las necesidades de fibra se cubren con heno de alfalfa y subproductos de molinería; también es frecuente, y cada vez lo es más, la utilización de gluten de maíz-20, orujo de uva y paja de cereales; en menor grado se incluyen garrofa, cascarilla de arroz, raicilla de cebada, zuro de maíz y pulpa de remolacha.

La sustitución de la alfalfa y el salvado por estos subproductos supone en líneas generales un abaratamiento del coste por kg de pienso y por kg de fibra o de fibra indigestible. La utilización de un mayor porcentaje de estos alimentos se ve sin embargo limitada por diferentes causas:

a) existe todavía poca información sobre su valor nutritivo (digestibilidad de la energía y de la proteína), lo que impide compararlos correctamente con los alimentos más utilizados. Incluso para los casos en que hay más información disponible, como es el caso del salvado de trigo, existe una notable variación entre los valores propuestos por diferentes autores (ver cuadro 3). Parte de esta variabilidad puede ser debida a la ausencia de un método tipificado para la valoración energética de alimentos en conejos. Cuando se trabaja con el método más habitual (ensayos por diferencia) se cometen errores relativamente

importantes por la dificultad de incorporar altos niveles de alimentos desequilibrados sin alterar su fisiología digestiva; en consecuencia, resulta obligado trabajar con un alto número de repeticiones y formular raciones basales específicas para cada tipo de alimento.

b) no se tiene todavía la seguridad de que la fibra (incluso la fibra indigestible) de estos subproductos ejerza una función "lastre" equivalente a la de las fuentes de fibra tradicionales. El problema se complica por la ausencia de índices repetibles que permitan establecer el valor de una fuente de fibra para conejos. El más utilizado hasta ahora es el nivel de mortalidad; sin embargo en el cuadro 4 se observa la gran variabilidad de este parámetro entre diferentes pruebas experimentales utilizando un mismo alimento. Debe tenerse en cuenta que el pienso es solamente un factor que predispone a la aparición de diarreas pero no las origina directamente, existiendo una interacción muy notable con el estado sanitario de la granja. En el mismo sentido existen también dudas de que resultados obtenidos en condiciones controladas de laboratorio (alojamiento individual por ejemplo) sean extrapolables a las condiciones de la cría comercial.

La determinación de índices sencillos más objetivos y repetibles que la mortalidad es pues un tema esencial para conseguir avances más rápidos sobre las posibilidades de utilización de alimentos no tradicionales. En los últimos años se han propuesto (de Blas y col, 1986; Carabaño y col, 1988; Perez de Ayala, datos no publicados) algunos índices de este tipo relacionados con el volumen de llenado del ciego (peso del contenido cecal/peso vivo), con la velocidad de renovación del contenido cecal (producción diaria de heces blandas/peso del contenido cecal) o con la velocidad de tránsito digestivo (producción diaria de heces duras). Ninguno de ellos está sin embargo todavía suficientemente contrastado.



c) la alta variabilidad entre partidas y entre proveedores y su relativamente frecuente adulteración aconsejan prudencia a la hora de fijar los niveles máximos de incorporación al pienso.

Otro aspecto que desde un punto de vista económico puede influir en el nivel de utilización de subproductos es su valor relativo en conejos respecto a las otras especies animales en las que pueden ser utilizados. En el cuadro 5 se presenta un ejemplo de cálculo de la energía neta de un alimento fibroso (20% de fibra bruta) en base a datos de balances energéticos obtenidos en conejos (de Blas y col, 1984a y 1985; Ortiz, 1986) y rumiantes (INRA, 1978). Como puede apreciarse, la energía neta es sensiblemente similar en todos los casos, ya que la menor digestibilidad de la fibra en conejos se diluye en el conjunto de la ración y además se compensa con unas menores pérdidas en forma de metano y calor de fermentación. Cuando la comparación se hace a nivel de índice de transformación del pienso (kcal ENmp/kcal EB), el alto potencial de crecimiento del conejo en relación a terneros implica menores gastos relativos de conservación y una mayor eficacia que es sin embargo inferior, por las mismas razones, a la de vacas de leche de alta producción.

En el siguiente apartado se resumen las referencias existentes sobre valor nutritivo de subproductos. Se incluyen también otras características como su efecto sobre la calidad del gránulo, que son igualmente importantes en conejos, dada la elevada relación existente en esta especie entre consumo de pienso y calidad del gránulo. A medida que la información disponible aumente cabe pensar que los actuales niveles de incorporación de subproductos se incrementen en el futuro. En este sentido se observa que estos niveles son más altos en las propias zonas productoras (pulpa de cítricos o subproductos del arroz en Levante, granilla de uva y cártamo en Andalucía, pulpa de remolacha

en Castilla o alfalfa en Aragón, G. Mateos y Rial, 1988), es decir en las zonas donde se dispone de más experiencia y más conocimientos sobre su utilización.

## Valor nutritivo de subproductos para conejos

### Subproductos con alto contenido en fibra

La mayor parte de los alimentos de este grupo tienen un bajo valor energético y proteico y un alto contenido en fibra indigestible; en general su inclusión abarata el coste/kg de pienso y /kg fibra y no afecta significativamente al coste/kcal ED.

En muchos casos se desconoce si su alto contenido en fibra puede valorarse de igual forma que la de los alimentos tradicionales. Existen indicios de que esto no es así; en el cuadro 6 se muestra cómo la sustitución, a igual contenido en fibra, de heno de alfalfa por orujo de uva o cascarilla de arroz implica cambios importantes en la velocidad de tránsito digestivo o en el volumen de contenido cecal. En este mismo sentido, para prevenir riesgos, algunos fabricantes obligan a que en sus fórmulas entre un mínimo de fibra procedente de alimentos mejor conocidos (heno y salvado). Los piensos resultantes tienen un alto contenido en fibra y compiten por precio/kg en el mercado de explotaciones más extensivas.

El orujo de uva es uno de los alimentos más utilizados y mejor conocidos dentro de este grupo. Al estar formado por proporciones variables de hollejo, escobajo y granilla, su composición química puede experimentar variaciones entre partidas o entre proveedores. En general contiene un 25-30% de FB altamente lignificada y un 12% de PB, junto con un apreciable contenido en grasa (6%). De los resultados del cuadro 6 se deduce que su velocidad de tránsito digestivo es mayor y su CD (energía y proteína) inferior a la del heno de

alfalfa. El INRA (1984) le asigna 1200 kcal ED/kg (CDE = 30%) y un CDPB de un 15% que se aproximan a nuestras estimaciones; el relativamente bajo CDPB podría estar asociado al contenido en taninos del orujo. Los resultados de un ensayo de alimentación con diferentes niveles de alfalfa y orujo (Parigi-Bini y Chiericato, 1980), muestran que la velocidad de crecimiento se mantiene elevada (39 g/d) cuando la sustitución de alfalfa por orujo es de un 100%. El orujo de uva tiene un precio interesante y mejora además la calidad del gránulo; sin embargo, hay razones para recomendar prudencia en su uso como su variabilidad, la posibilidad de enranciamiento y el riesgo de déficits de proteína cuando su nivel de incorporación es alto y se formula, como es frecuente, en proteína bruta.

La **granilla de uva desengrasada** presenta un alto contenido en fibra (50% FB) altamente lignificada, de modo que su valor energético es muy bajo (CDE = 14.6%; Maertens y de Groot, 1984). La granilla de uva integral tiene un alto contenido en grasa (11%) y un mayor valor energético (1995 kcal ED/kg, CDE = 40.7%; INRA, 1984), pero un alto peligro de enranciamiento. Los niveles de incorporación de granilla suelen estar limitados al 2-5%.

La **paja de cereales** es otro componente habitual de los piensos para conejos, como fuente de una fibra indigestible que se considera de valor similar a la del heno de alfalfa. A veces se utiliza paja tratada con 2% de NaOH, principalmente porque se facilita su granulación, aunque Partridge y col (1984) han observado también una mejora de su valor energético. Pese a que se ha apuntado que un exceso de sodio podría resultar perjudicial, la inclusión de hasta un 20-30% de paja no parece afectar a los rendimientos en dietas equilibradas (de Blas y col, 1979; Mercier y col, 1980; Lindeman y col, 1982; Masoero y col, 1984 y Partridge y col, 1984); sin embargo los niveles de incorporación suelen limitarse al 10% por su baja concentración en nutrientes. Los datos sobre valor energético de las pajas tratadas

oscilan desde las 700 kcal ED/kg de Partridge y col (1984), hasta las 1242 kcal/kg de Masoero y col, 1984 o las 1300 kcal/kg de Spreadbury y Davidson (1978) que son valores más próximos a los obtenidos en nuestro laboratorio (1333 kcal/kg).

Otro grupo de subproductos fibrosos (35-50% FB) utilizado en piensos de conejos es el de las cascarillas. La **cascarilla de soja** parece tener un valor nutritivo apreciable, al igual que en otras especies, debido al bajo grado de lignificación de su fibra. Maertens y de Groote (1984) han obtenido un valor energético de 2000 kcal ED/kg (CDE = 44.3%) y un CD de la proteína bruta de un 54.4%, por lo que su contenido en proteína digestible puede estimarse en alrededor de un 5.5%. Se trata de un alimento poco interesante por su precio, y además su disponibilidad en España es escasa. La principal precaución que debe tomarse radica en la elevada digestibilidad de su fibra, que debe tenerse en cuenta para evitar problemas digestivos; en nuestro laboratorio hemos determinado un CD de la FAD de este alimento de un 35-40%. Con esta salvedad parece que pueden utilizarse niveles de hasta un 10% en el pienso sin problemas de ningún tipo (G. Mateos y Rial, 1988).

Las **cascarillas de arroz, girasol y avena**, así como la **pulpa de aceituna** presentan en cambio una fibra altamente lignificada y un bajo valor energético. Para la cascarilla de avena Maertens y de Groote (1984) han obtenido un valor de 700 kcal de ED/kg (CDE = 15%) y un CDPB de un 24.5%; Spreadbury y Davidson obtienen un valor energético algo superior (1089 kcal ED/kg). El valor de estos alimentos para cubrir las necesidades de fibra es poco conocido y probablemente inferior al de las fuentes de fibra tradicionales (ver cuadro 6), con la excepción quizás de la cascarilla de avena (G. Mateos y Rial, 1988). Además niveles altos (>10%) de cascarilla de girasol o de arroz pueden dar lugar a problemas digestivos (Martínez, 1984); en el caso particular de la de arroz su alto contenido en sílice

implica problemas de aprasión tanto del aparato digestivo como de la maquinaria de fabricación; finalmente este tipo de alimentos empeoran la calidad del gránulo y la presentación final del pienso. Por todas estas razones se imponen límites del 2-3% para las cascarrillas más indigestibles y de un 5% para la pulpa de acetuna (G. Mateos y Rial, 1988).

#### Subproductos con un contenido medio en fibra

El alimento de referencia en este grupo es el **salvado de trigo** por su amplia utilización en piensos para conejos (ver cuadro 2); los niveles de utilización suelen estar situados en un 15-30%, niveles superiores al 30% empeoran la calidad del gránulo. El salvado resulta un alimento muy palatable y tiene un valor nutritivo intermedio ya que aunque su contenido en fibra bruta es relativamente bajo (12-14%), el de FND es elevado (40-45%). Los datos obtenidos sobre su valor energético son bastantes dispares (ver cuadro 3). Así Fekete (1986) y Cheke (1987) le asignan un valor próximo al de los granos de cereales (3200 Kcal ED\kg); Cheke señala además que su fibra es altamente digestible y que no debería tenerse en cuenta para cubrir el mínimo de fibra en la dieta. Estos resultados contrastan con trabajos de la propia Universidad de Oregon (Robinson y col, 1986) y con los del INRA (1984) que dan al salvado un valor energético de 2666 y 2200 Kcal ED\kg, respectivamente; los INRA estima para la FB del salvado un CD de un 30%. Los resultados de nuestro laboratorio son más próximos a estos últimos (2478 Kcal ED\kg; CDE = 60%; CDRAD = 10%). Todos los autores coinciden en una relativamente alta digestibilidad de la FB del salvado, comprendida entre un 68 y un 82%; sin embargo, al igual que la mayor parte de los alimentos de este grupo, se trata de una proteína desdoblada con déficits de lisina y triptófano.

El salvado o cilindro de arroz se utiliza en menor proporción por su menor disponibilidad en el mercado. Contiene alrededor de un 10% FB y un 13% de PB, pero se caracteriza sobre todo por su alto contenido en grasa (14-17%) que por un lado le da un alto valor energético (2750 y 3000 kcal ED/kg; Fekete, 1986 y Cheeke, 1987, respectivamente) pero por otro implica peligro de enranciamiento, por lo que los niveles de inclusión se restringen al 5-10%. Un alimento relativamente similar, aunque de mayor contenido en fibra es la pulpa de café (47% FB, 11.6% PB y 20.5% de grasa) al que el INRA (1984) asigna 2400 kcal ED/kg y un CDPB de un 77%.

El gluten feed se ha introducido en los últimos años en el mercado nacional y se utiliza hoy habitualmente en piensos para conejos. Contiene alrededor de un 10% de FB, un 42% de FND y un 18-20% de PB. En nuestros ensayos hemos obtenido un valor energético algo superior al del salvado (2733 kcal ED/kg; CDE = 65.4%; CDPB = 61%; CDFAD = 28%). Por otro lado, Maertens y de Groot (1984) le asignan 2777 kcal ED/kg, un CDPB del 80% y un CDFB de un 44%. Su inclusión en el pienso empeora la calidad del gránulo por lo que se recomienda incluirlo gradualmente, pudiéndose alcanzar niveles de hasta un 10-15% (G. Mateos y Rial, 1988).

Los DDGS, mezclas de granos y solubles de destilería, tienen una composición química bastante variable, presentando un contenido relativamente bajo en FB (7-8%), muy alto en proteína (24-32% PB) con contenidos relativamente bajos en lisina (0.70%) y triptófano (0.24%) y un apreciable contenido en grasa (6-12%). Su valor energético es por tanto bastante elevado: 3432 kcal ED/kg según Cheeke (1987) y 3286 kcal ED/kg (CDE = 74%; CDPB = 70%; CDFAD = 59%), según nuestras propias estimaciones. Su inclusión mejora ligeramente la calidad del gránulo, pero existen problemas de variabilidad entre partidas; pueden utilizarse niveles de hasta un 5-10% sin problemas (G. Mateos y Rial, 1988).

La **raicilla de cebada** contiene alrededor de un 13% FB y un 25% PB. Aunque su valor nutritivo es poco conocido, está considerado como un alimento interesante en conejos por su alta apetecibilidad. Por su elevado volumen, su utilización se restringe a las proximidades de las zonas de producción. Se han incluido niveles elevados en el pienso (>20%) sin problemas.

La **pulpa de remolacha** tiene un contenido apreciable en fibra (20% FB) pero muy poco lignificada, de modo que resulta altamente digestible para conejos (60-70%, ver cuadro 7); como consecuencia su valor energético es elevado, oscilando los datos obtenidos por diferentes autores entre 2650 y 3000 kcal ED/kg. Su contenido en PB es del orden del 8%, existiendo diferencias notables en su digestibilidad según distintos trabajos (45-87%, cuadro 7). La pulpa de remolacha, hasta ciertos niveles de inclusión, mejora la calidad del gránulo y puede llegar a utilizarse a niveles del 20-25% siempre que se aporte paralelamente una cantidad suficiente de fibra indigestible (Franck y Seroux, 1980). Por las características de este alimento debe considerarse más como una alternativa de los granos de cereales que como un aporte de fibra.

La **pulpa de cítricos** presenta características y limitaciones similares a la de remolacha, pero con un menor contenido en fibra (12% FB) y proteína (6%). Su valor energético ha sido estimado por Martínez y Fernández (1980b) en 3250 kcal ED/kg con una digestibilidad de la FB y la PB de un 83.4 y un 65%, respectivamente; el INRA (1984) da valores parecidos (3300 kcal ED/kg, 60% CDFB y 69% CDPB); estos valores energéticos parecen sin embargo elevados (en relación a los granos de cereales por ejemplo) y son superiores a las primeras determinaciones obtenidas en nuestro laboratorio. La pulpa de cítricos es muy palatable y mejora la calidad del gránulo, por lo que es muy apreciada en piensos de conejos. Puede utilizarse como concentrado de energía a niveles de hasta un 30% en dietas equilibradas

(Martínez y Fernández, 1980b), aunque los niveles prácticos de inclusión suelen ser del orden del 10%.

La **garrofa** es un subproducto derivado de la semilla del algarrobo que contiene alrededor de un 7% FB y un 5% PB; su principal característica es su alto contenido en azúcares (30%). Su valor nutritivo está poco estudiado pero es un alimento muy apreciado por su alta palatabilidad; algunas partidas plantean sin embargo problemas de fermentaciones en el proceso de almacenaje y altos índices de contaminación microbiana. Niveles del 7-10% han sido utilizados sin problemas en piensos comerciales (G. Mateos y Rial, 1988).

### Subproductos que no aportan fibra

La utilización de **grasas** en piensos para conejos es relativamente reciente, en buena parte por el desconocimiento de su valor nutritivo y de su efecto sobre el consumo de pienso y rendimientos productivos del animal. Sin embargo, varios trabajos publicados en los últimos años han demostrado que las grasas son bien digeridas por el conejo, mejorando su coeficiente de digestibilidad, al igual que en otras especies, al aumentar su grado de insaturación. Así, Maertens y col (1986) obtuvieron un CD del 70.3, 77.7 y 89.9% para niveles de incorporación de un 6% de sebo, manteca y aceite de soja, respectivamente; la digestibilidad de las grasas más saturadas disminuía cuando la tasa de incorporación aumentaba hasta el 12% (52.8% para el sebo). Análogamente Santomá y col (1987a), encontraron en dietas con un 3 y un 6% de grasa añadida, una relación entre el CD del extracto etéreo (CDEE, %), el nivel de extracto etéreo en la dieta (EE, g/kg MS) y el contenido de la grasa en AG insaturados (AGI, g/kg):

$$CDEE = 59 + 0.187 EE + 0.019 AGI; r=0.59; P<0.001.$$

, la particularización de esta ecuación a niveles de grasa del 6% da valores muy similares a los obtenidos por Maertens.



Por otra parte, tanto Santomá y col (1987a), como Fraga y col (1988) observaron un efecto sinérgico de la grasa sobre la digestibilidad del resto del pienso, de modo que la digestibilidad de la energía de dietas con un 3-6% de grasa añadida fue del orden de un 8.5% superior a la de dietas control con un contenido en fibra similar.

El efecto del empleo de grasas sobre los rendimientos productivos de conejos en cebo ha sido estudiado recientemente por diferentes autores: Partridge y col, 1986 (6-10% de sebo y ac. de soja), Santomá y col, 1987 a y b (3-6% de sebo, manteca, oleinas, ac. de girasol y lecitinas) y Beynen, 1988 (2-14% de ac. de maíz y sebo). Los resultados de estos trabajos coinciden en que ni el nivel ni el tipo de grasa afectan a la velocidad de crecimiento respecto al lote testigo. La única excepción fueron las dietas que contenían más de un 2% de oleinas no-desodorizadas (Santomá y col, 1987a); en este caso se observaron descensos tanto del consumo de pienso como de la velocidad de crecimiento que se hicieron tanto más patentes cuanto mayor era el nivel de inclusión. La adición de un 6% de oleinas desodorizadas no supuso en cambio ningún problema (Santomá y col, 1987b).

En todos estos ensayos el índice de conversión del pienso se redujo proporcionalmente a la cantidad de grasa añadida; para un nivel de inclusión de un 6% de grasa, la mejora osciló entre un 4 y un 12% entre los diferentes trabajos.

La utilización de grasas en piensos de reproductoras ha sido estudiada por Fraga y col (1988). En este trabajo, la inclusión de un 3.5% de manteca supuso un incremento del consumo de pienso (12%) y de la producción de leche (21%) sobre el pienso control; como consecuencia aumentó la ganancia de peso de los gazapos hasta los 21 d (18%) y se redujo su mortalidad (12%), especialmente en el caso de camadas con más de 9 gazapos (20%).

El empleo de grasas en piensos para conejos presenta también limitaciones. La más importante es la derivada de su

efecto sobre la calidad del gránulo. La adición de grasa a niveles bajos (<1%) mejora el rendimiento de la granuladora sin afectar a la dureza del gránulo; sin embargo, la utilización de niveles elevados (>3%) requiere métodos específicos (madurador o reengrase) para evitar la formación de finos y el rechazo del pienso. En el caso de la grasa insaturada existen dos inconvenientes adicionales; uno es su facilidad para el enranciamiento (que puede prevenirse añadiendo antioxidantes); el otro es que su empleo en altas cantidades implica una importante deposición de grasa insaturada en el tejido adiposo que da lugar a problemas posteriores de conservación de la carne.

Las **melazas de remolacha y caña** son otro subproducto de interés para conejos ya que por un lado tienen un alto valor energético y por otro mejoran la calidad del gránulo y la palatabilidad del pienso. El INRA (1984) asigna a la melaza de remolacha un valor energético de 2600 kcal/kg (CDE=87%) y un contenido en PB y PD del 7.7 y 3.9%, respectivamente. El empleo de melazas debe por otra parte limitarse por el efecto laxante ligado a su alto contenido en potasio y requiere de métodos específicos de adición para conseguir un gránulo de calidad. Cuando se dispone de melazadora, parece que niveles de incorporación de un 3-7% no suponen ningún problema en términos productivos (G. Mateos y Rial, 1988).

### Conclusiones

En el cuadro 8 se presenta una propuesta de tabla de valor nutritivo de subproductos en base a la información disponible hasta la actualidad; estos valores deben considerarse provisionales y pueden ser modificados por la información que se obtenga en los próximos años.

En el cuadro se presenta también a modo de ejemplo una comparación de los costes (ptas/Mcal ED) de los diferentes subproductos en relación con los de los alimentos tradicionales (precios de julio de 1988).

Del cuadro puede deducirse que en el momento actual resulta económicamente rentable la sustitución de granos de cereales por productos alternativos, especialmente si se tiene en cuenta que el precio de los cereales en estas fechas es el más bajo del año. Las pulpas de remolacha y de cítricos, en las épocas del año en que se encuentran disponibles, se presentan como la principal alternativa dada su elevada producción en distintas zonas de España y la posibilidad de utilizarlas en porcentajes apreciables en el pienso. De igual modo parece resultar interesante el empleo de oleinas y melazas, aunque los límites de utilización son más bajos. La posible sustitución total de los granos de cereales plantea un problema no estudiado hasta ahora, ya que los piensos resultantes tendrían un porcentaje muy bajo en almidón y ello podría dar lugar a déficits de glucosa o a un exceso de fermentación cecal.

En el grupo de los subproductos de cereales destaca su mayor coste/Mcal ED en relación a los concentrados de energía, aunque su mayor contenido proteico lo compensa en parte.

Dentro de los subproductos fibrosos existen varios alimentos con un coste por ud de energía inferior al de la alfalfa, aunque con un contenido en PD sensiblemente inferior. El precio de la alfalfa ha sido subvencionado durante la presente campaña; si esta circunstancia desaparece en el futuro, tanto la paja de cereales, como el orujo de uva o la cascarilla de arroz podrían sustituirla, al menos parcialmente. La mayoría de los subproductos fibrosos tienen por otra parte los costes más bajos por unidad de fibra bruta o de fibra indigestible, por lo que pueden utilizarse para completar el déficit de fibra del resto de la ración. En este sentido, tanto la paja de cereales como el orujo de uva parecen asegurar un tránsito digestivo rápido y cumplen por tanto la función de prevenir trastornos digestivos; en el caso de las cascarillas y de la granilla de uva este efecto tiene todavía que demostrarse y

no parece prudente con los conocimientos actuales asignarles el mismo valor para cubrir las normas de necesidades que a las fuentes de fibra mejor conocidas.

De los datos del cuadro puede también deducirse que un incremento del contenido total en fibra del pienso con la actual relación de precios no va a dar lugar a aumentos sensibles del coste por Mcal ED, ni tampoco, por tanto, del coste de producción del kg de carne; la única limitación en este sentido es respetar la concentración energética mínima de la ración para que no disminuya el consumo de energía (del orden de 2200 kcal ED/kg).

### Referencias

- BEYNEN, A.C. (1988) "Dietary fat levels for rabbits". J. Applied Rab. Res. 11, 21-44.
- CARABANO, R., FRAGA, M.J., SANTOMA, G. y DE BLAS, C. (1988) "Effect of diet on composition of cecal contents and on excretion of soft and hard feces of rabbits". J. Anim. Sci. 66, 901-910.
- CHEEKE, P.R. (1986) "Potentials of rabbit production in tropical and subtropical agricultural systems". J. Anim. Sci. 63, 1581-1586.
- CHEEKE, P.R. (1987) "Rabbit feeding and nutrition" Ed. Academic Press.
- DE BLAS, C., MERINO, Y., FRAGA, M.J. y GALVEZ, J.F. (1979) "A note on the use of sodium hydroxide treated straw pellets in diets for growing rabbits" Anim. Prod. 29, 427-430.
- DE BLAS, C., RODRIGUEZ, J.M., SANTOMA, G., y FRAGA, M.J. (1984) "The nutritive value of feeds for growing fattening rabbits. 1. Energy evaluation". J. Applied Rab. Res. 7, 72-74.
- DE BLAS, C., FRAGA, M.J. y RODRIGUEZ, J.M. (1985) "Units for feed evaluation and requirements for commercially grown rabbits". J. Anim. Sci. 60, 1021-1028.

- DE BLAS, C., SANTOMA, G., CARABAÑO, R. y FRAGA, M. J. (1986a) "Fiber and starch levels in fattening rabbit diets". J. Anim. Sci. 63, 1897-1904.
- DE BLAS, C., FRAGA, M. J. y CARABAÑO, R. (1986b) "Manejo de la alimentación en conejos" Bol. Cunic. Asescu. 34, 16-26.
- FEKETE, S. y GIPPERT, T. (1986) "Digestibility and nutritive value of nineteen important feedstuffs for rabbits". J. Applied Rab. Res. 9, 103-108.
- FRAGA, M. J., LORENTE, M., CARABAÑO, R., y DE BLAS, C. (1988) "Effect of diet and of remating interval on milk production and milk composition of the doe rabbit". Anim. Prod. (en prensa).
- FRANCK, Y. y SEROUX, M. (1980) "Utilisation de la pulpe de betterave deshydratée par le lapin a l'engraissement". 2º Congreso Mundial de Cunicultura. pp 167-175. Barcelona.
- G. MATEOS, G. y RIAL, E. (1988) En *La alimentación del conejo* (2ª Ed) Ed. Mundiprensa. Madrid.
- INRA (1978) "L'alimentation des ruminants". Paris.
- INRA (1984) "L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles". Paris.
- LINDEMAN, M. A., BRIGSTOKE, T. D. A. y WILSON, P. N. (1982) "A note on the response of growing rabbits to varying levels of sodium hydroxide-treated straw". Anim. Prod. 34, 107-110.
- LORENTE, M., FRAGA, M. J., CARABAÑO, R. y DE BLAS, C. (1988) "Coprophagy in lactating does fed different diets". J. Applied Rab. Res. 11, 11-15.
- MAERTENS, L. y DE GROOTE, G. (1984) "Digestibility and digestible energy of a number of feedstuffs for rabbits". 3º Congreso Mundial de Cunicultura. Roma.
- MAERTENS, L., HUYGHEBAERT, G. y DE GROOTE, G. (1986) "Digestibility and digestible energy content of various fats for growing rabbits". Cuni Sciences. 3, 7-14.
- MARTINEZ, J. y FERNANDEZ CARMONA, J. (1980a) "Composición, digestibilidad, valor nutritivo y relaciones entre ambos de diferentes piensos para conejos". 2º Congreso Mundial de Cunicultura. Barcelona.

- MARTINEZ, J. y FERNANDEZ CARMONA, J. (1980b) "Citrus pulp in diets for fattening rabbits". *Anim. Feed Sci. and Tech.* 5, 23-31.
- MARTINEZ, J. (1984) En *La alimentación del conejo*. (1ª Ed.). Ed. Mundiprensa. Madrid.
- MASOERO, G., CHICCO, R., FERRERO, A. y RABINO, I. (1984) "Paglie di riso e di frumento, trattate o non con soda in diete per conigli in accrescimento". 3° Congreso Mundial de Cunicultura. Roma.
- MENDEZ, J., DE BLAS, C. y FRAGA, M. J. (1986) "The effects of diet and remating interval after parturition on the reproductive performance of the commercial doe rabbit". *J. Anim. Sci.* 62, 1624-1634.
- MERCIER, M., SEROUX, M. y FRANCK, Y. (1980) "Utilisation de la paille par le lapin a l'engraissement". 2º Congreso Mundial de Cunicultura. Barcelona.
- NRC (1977) "Nutrient requirements of domestic animals. No 9. Nutrient requirements of rabbits" (2ª ed) National Academy of Sciences. Washington DC.
- ORTIZ, V. (1986) "Determinación de las necesidades energéticas y valoración de piensos para conejos en crecimiento por el método de calorimetría indirecta". Tesis Doctoral. UPM.
- PARIGI-BINI, R. y CHERICATO, G. (1980) "Utilization of grape marc by growing rabbits". 2º Congreso Mundial de Cunicultura. Barcelona.
- PARTRIDGE, G. G., RADWAN, M., ALLAN, S. J. y FORDYCE, R. (1984) "The use of treated straws in diets for growing rabbits". 3° Congreso Mundial de Cunicultura. Roma.
- PARTRIDGE, G. G., FINDLAY, M. y FORDYCE, R. A. (1986) "Fat supplementation of diets for growing rabbits". *Anim. Feed Sci. and Tech.* 16, 109-117.
- ROBINSON, K. L., CHEEKE, P. R., KELLY, J. D. y PATTON, N. M. (1986) "Effect of fine grinding and supplementation with hay on the digestibility of wheat bran by rabbits". *J. Applied Rab. Res.* 9, 166-167.

- ROCA, T. (1987) "Estudio analítico de diversos piensos compuestos comerciales para conejos fabricados en España". 12º Symposium de Cunicultura. ASESCU. Guadalajara.
- SANTOMA, G., DE BLAS, C., CARABAÑO, R. y FRAGA, M. J. (1987a) "The effects of different fats and their inclusion level in diets for growing rabbits". Anim. Prod. 45, 291-300.
- SANTOMA, G., PEREZ DE AYALA, P. y CARABAÑO, R. (1987b) "Nota sobre la inclusión de oleinas desodorizadas en dietas de conejos en cebo". Inv. Agrar. 2; 105-112.
- SPREADBURY, D. y DAVIDSON, J. (1978) "A study of the need for fibre by the growing New Zealand White rabbit". J. Sci. Food Agric. 29, 640-648.

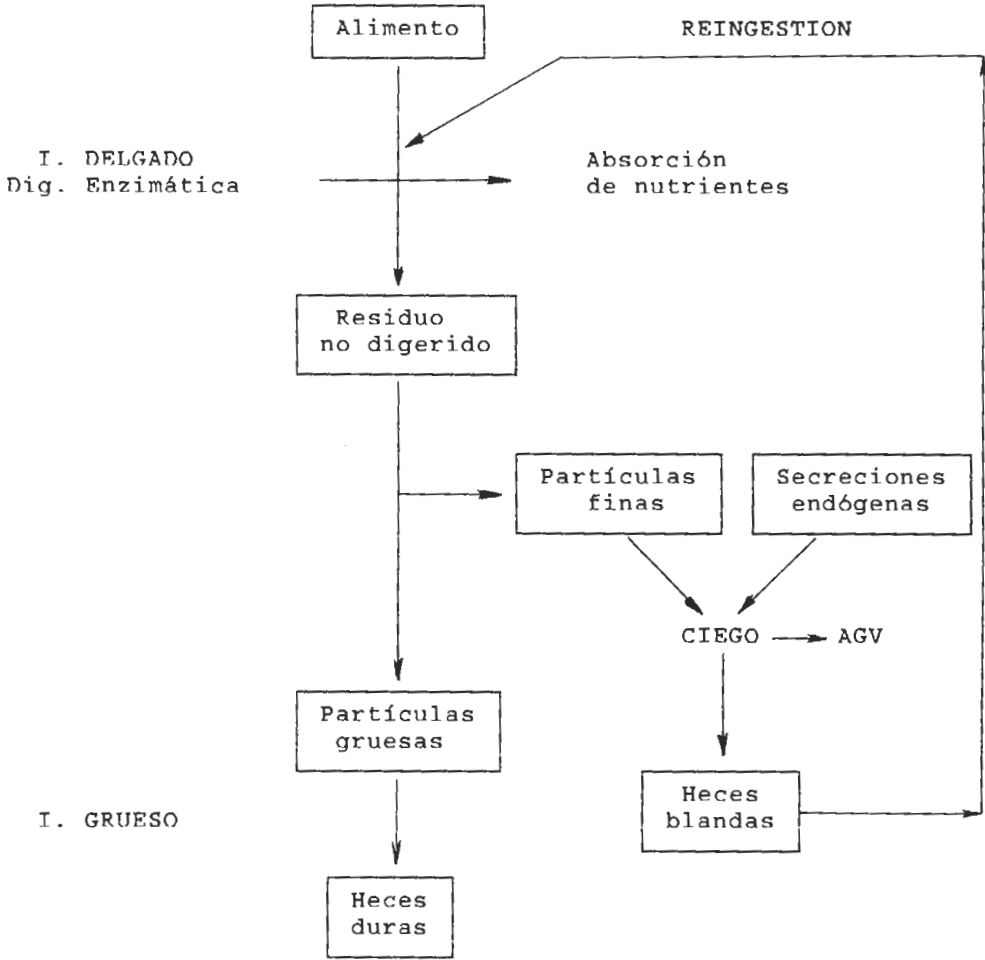


Figura 1.- Utilización digestiva de los alimentos por el conejo



Cuadro 1.- Recomendaciones de composición química de piensos para conejos (según G. Mateos y Rial, 1988).

	Tipo de explotación		
	Intensiva		Familiar
	Cebo	Reproductoras	Pienso único
Energía digestible (kcal/kg)	2500	2500	2350
Proteína bruta (%) - mínimo	16.0	17.0	14.0
- máximo	16.6	17.5	15.0
Lisina (%)	0.68	0.72	0.60
Met+cistina (%)	0.58	0.61	0.51
Treonina (%)	0.57	0.58	0.49
Arginina (%)	0.80	0.85	0.71
Triptófano (%)	0.19	0.20	0.17
Fibra bruta (%), mínimo	15.0	14.0	17.0
FAD (%), mínimo	19.0	18.0	22.0
Calcio (%)	0.60	1.10	1.00
Fósforo total (%)	0.40	0.70	0.55
Sodio (%)	0.25	0.25	0.30

Cuadro 2.- Frecuencia de utilización de materias primas en piensos para conejos en España (% de piensos que incluyen cada una de las materias primas)\* (según Roca, 1987).

H Alfalfa	98.7	Maiz	11.7
Sub. molinería	96.1	Cascarilla arroz	10.4
Cebada	93.5	Raicilla de cebada	10.4
H. Girasol	89.6	Zuro de maiz	7.8
H. Soja	51.9	H. Carne	7.0
Gluten 20	45.5	P. Remolacha	3.9
Orujo de uva	35.1	Sorgo	2.6
Paja de cereales	31.2	Cártamo	1.4
Trigo	14.3	Cilindro de arroz	1.4
Garrofa	14.3	H. Sangre	1.0

\* Determinado por microscopía.

Cuadro 3.- Valores de digestibilidad de la energía (CDE,%) y de la proteína (CDPB,%) del salvado de trigo obtenidos por diferentes autores.

<u>Referencia</u>	<u>CDE</u>	<u>CDPB</u>
NRC, 1977	66.7	85
INRA, 1984	55.7	83
Fekete, 1986	74.0	76
Robinson y col, 1986	63.8	76
Cheeke, 1987	77.4	-
Villamide y de Blas	57.4	68
(no publicados)		

Cuadro 4.- Niveles de mortalidad (%) obtenidos en diferentes pruebas realizadas con un mismo pienso (13.2% FB). (según de Blas y col, 1986b)

	<u>Nº animales</u>	<u>Nº bajas</u>	<u>Mortalidad</u>
	30	0	0
	22	3	14
	19	3	16
	10	0	0
	12	4	33
	9	1	11
	18	1	5.5
Total	120	12	10

Cuadro 5.- Ejemplos de balances energéticos de un pienso con un 20% FB en conejos, terneros en crecimiento y vacas de leche.

	<u>conejos</u>	<u>terneros cebo</u>	<u>vacas de leche</u>
EB (kcal/kg)	4000	4000	4000
CDE (%)	60	70	70
ED (kcal/kg)	2400	2800	2800
EM/ED (%)	95	84	84
EM (kcal/kg)	2280	2350	2350
Kmp* (%)	67	60	65
EE <sub>mp</sub> * (kcal/kg)	1528	1410	1527
I. transformación* (kcal EE <sub>p</sub> /kcal EB <sub>1</sub> )	17.6	13.5	25.2

\* El ejemplo se ha calculado para conejos de 1.2 kg que crecen 35 g/d, terneros frisones de 300 kg que crecen 1.3 kg/d y vacas de 500 kg que producen 20 kg/d de leche.

Cuadro 6.- Efecto de la sustitución de heno de alfalfa por orujo de uva o cascarilla de arroz sobre algunos parámetros digestivos\*

(Según P. de Ayala y Fraga, datos no publicados)

	<u>heno alfalfa</u>	<u>orujo uva</u>	<u>cascarilla arroz</u>
Fibra bruta (%)	8.31	8.47	9.39
LAD (%)	1.90	7.74	3.79
CDE (%)	67.0	57.0	78.3
CDPB (%)	68.2	51.1	81.0
Velocidad de tránsito (h)	16.5	9.3	21.3
Contenido cecal (% p.vivo)	5.6	4.4	6.5

\* Los piensos se elaboraron con un 27, 25 y 11% de heno, orujo y cascarilla, respectivamente y se complementaron con diferentes proporciones de cebada y h. soja para equilibrar la relación energía:proteína.

Cuadro 7.- Valor nutritivo de la pulpa de remolacha según diferentes autores

<u>Referencia</u>	<u>ED (kcal/kg)</u>	<u>CDFB (%)</u>	<u>CDPB (%)</u>
NRC, 1977	3000	-	48
Martínez y F. Carmona, 1980	3000	69.5	63
Maertens y de Groote, 1984	2645	59.9	45
INRA, 1984	2900	72.2	87
Fekete, 1986	2890	70.0	62
Cheeke, 1987	2675	-	-

Cuadro 8.- Tabla resumen de valor nutritivo de algunos subproductos para conejos

<u>Alimento</u>	<u>MS(%)</u>	<u>FB(%)</u>	<u>PD(%)</u>	<u>ED</u> <u>(kcal/kg)</u>	<u>ptas/kg*</u>	<u>ptas/</u> <u>mcalED</u>	<u>límite máx.</u> <u>util. (%)</u>
Cebada	89,0	4,9	7,5	3060	23,2	7,6	25-30
P. cítricos	90,0	12,0**	3,8	3300	20,5	6,2	10-15
P. remolacha	90,0	18,0**	5,0	2870	19,5	6,8	15-20
Sebo	99,5	-	-	6700	60,0	9,0	4-5(†)
Oléinas	99,5	-	-	6800	45,0	6,6	4-5(†)
Manteca	99,5	-	-	7300	65,0	8,9	4-5(†)
Melaza	76,0	-	3,9	2600	15,5	6,0	3-7(†)
Salvado	88,0	9,0	11,4	2400	20,0	8,3	25-30
Gluten-20	89,0	9,1	15,0	2700	22,0	8,1	10-15
DDGS	89,0	6,3	18,0	3300	25,5	7,7	5-10
Alfalfa	90,0	25,5	10,9	1900	14,7	7,7	25-30
Paja	91,0	37,0	0,6	1300	9,0	6,9	15-20
Cascar, arroz	90,0	42,0**	0,5	700	5,0	7,1	2-3
Orujo uva	88,0	27,0	1,8	1200	9,0	7,5	10-15
Granilla uva	89,0	45,3**	1,4	700	7,0	10,0	2-5
Cascar, soja	90,0	38,0**	6,3	2000	20,0	10,0	7-10

\* Precios de julio de 1988 (NANTA SA y COREN SCL)

\*\* Alimentos cuya fibra puede plantear problemas por no cumplir una función lastre equivalente a la de las fuentes de fibra tradicionales.

† Empleando las técnicas de adición adecuadas.

## **DISCUSIONES A LA 2.<sup>a</sup> SESION (I)**



## DISCUSION

### Utilización de pajas tratadas con sosa

No se ha valorado el efecto del tratamiento sobre la digestibilidad en el conejo. De hecho, hay quien recomienda la paja no tratada ya que su empleo se hace para aportar lastre. La utilización de una u otra puede venir afectada por otros factores, como la disponibilidad, coste del transporte, facilidad de granulación, etc.

Lo que sí está demostrado es que el sodio residual no causa ningún problema de toxicidad, incluso con niveles del 30-40% de tratada paja en la ración.

### Valoración energética y tiempo de retención de la cascarilla de arroz

Se plantean discrepancias sobre los datos aportados en relación con el valor energético de la cascarilla de arroz. Faltan referencias bibliográficas en este sentido. Se discute sobre problemas de metodología de valoración (alimento solo o integrado en dietas).

En relación al tiempo de retención observado en comparación al del heno de alfalfa, se señala un posible efecto del tamaño de partículas resultante de la molienda, distinto para ambos materiales.

### Consideración del efecto de la coprofagia

Dicho efecto se ha observado sobre la digestibilidad de la proteína, siendo pequeño a nivel de la energía. En aquella resulta mayor en los forrajes que en los concentrados (ej.: 10 puntos de diferencia en la proteína de



la soja y 15 en el heno de alfalfa, entre la digestibilidad de la proteína sin y con coprofagia).

#### Recomendaciones sobre niveles de inclusión de las materias primas

Existen discrepancias entre las recomendaciones aportadas por distintos ponentes. En este sentido se señala que las recomendaciones se realizan como síntesis de distintos aspectos, relacionados unos con las características nutritivas, otros con la dificultad de disponer del producto o de su manipulación y son reflejo del desconocimiento existente sobre muchos de los aspectos implicados y se utilizan como medida preventiva para evitar problemas. No suelen ser límites determinados experimentalmente, sino límites prácticos. Así, para la cebada se fija un límite en función del almidón, aunque no se ha demostrado que dietas con suficiente fibra y mucho almidón sean perjudiciales. La pulpa de remolacha presenta una fibra muy digestible y por lo tanto, en dosis altas, puede dar lugar a diarreas. Hay una cuestión de prudencia en el empleo por parte de cada fabricante.

Existe una dificultad para valorar la incidencia de problemas. El parámetro usualmente utilizado, mortalidad en la etapa de cebo, es poco fiable, ya que varía con la época del año. Se están ensayando otros parámetros, como la velocidad de renovación del ciego, la velocidad de tránsito, estimada a través de la velocidad de excreción de heces duras, etc., que podrían servir mejor para valorar dicha incidencia.

## Características de la fibra en relación con la regulación digestiva

El contenido en fibra bruta no sirve para definir el papel de la fibra en la regulación digestiva. El contenido en lignina tampoco explica el comportamiento de los distintos productos. Ante esta situación se está haciendo un esfuerzo excesivo en encontrar un tipo de fibra indigestible que sirva a estos efectos. Quizás fuera más práctico trabajar con fibra bruta y corregir este valor en cada producto particular. Por ejemplo, dar un valor cero de fibra a la pulpa de remolacha o de cítricos, señalar particularidades para fibras como la de la granilla de uva, por su comportamiento especial, etc.

También se comenta la posibilidad de asegurar la presencia mínima de determinadas materias primas para evitar dietas excesivamente anómalas.



**Ponencia IV**  
**DIFUSION DE TECNOLOGIA EN**  
**ALIMENTACION ANIMAL**



BASES PARA UNA SISTEMATICA DE ASESORAMIENTO EN ALIMENTACION ANIMAL \*

Ortiz, V.; Lara, F.; Lanzac, J., Salvatierra, J., Gómez, A.\*\*; Pericet, M\*\* y Guerrero J.\*\*

DGIEA. CIDA. Alameda del Obispo s/n. Córdoba

\*\* ETSIA. Universidad de Córdoba. Apdo 3048. Córdoba

Introducción

El trabajo que presentamos corresponde a un proyecto gestado durante bastante tiempo, plasmado en los dos últimos años y en el que han estado involucrados una parte importante de los medios y las personas del Dpto. de Producción Animal, Pastos y Forrajes del CIDA y del Dpto. de Producción Animal de la ETSIA.

En 1982 el MAPA elaboró el Plan Nacional de Difusión Tecnológica, como respuesta a lo que consideró una deficiente tecnificación del campo español, señalando: "La positiva evolución de la agricultura española en los últimos años es un hecho incuestionable. No obstante, en ciertas explotaciones y en ciertas regiones, el grado de tecnificación es considerablemente bajo, no ya al óptimo deseable, sino al mínimo aceptable en una agricultura moderna".

Dentro de este marco quizás sea en la alimentación animal donde el divorcio entre los conocimientos

---

\* Estudio financiado por la Dirección General de Investigación y Extensión Agraria. Consejería de Agricultura. Junta de Andalucía.

disponibles y los aplicados es mayor. En los últimos tiempos ha habido importantes avances en nutrición, técnicas analíticas, nuevos productos, métodos de cálculo, desarrollo informático, etc. que difícilmente se incorporan a la práctica de la alimentación.

Tenemos numerosas evidencias propias y ajenas de que el trasvase entre los Centros donde se genera la información y los productores no funciona correctamente, que hay un gran desfase entre la investigación y la extensión y que los responsables de la difusión de tecnología no disponen ni de los medios, ni de la organización, para realizar su cometido.

Por esto, la filosofía con la que nació este proyecto fué la de diseñar un modelo de transferencia de tecnología que íbamos a ejecutar en alimentación animal, pero con una constante preocupación metodológica, que permitiera utilizar una parte importante del esfuerzo en otras áreas.

El objetivo general planteado fué crear un mecanismo que permitiera disponer, utilizar y actualizar la información existente en alimentación animal (necesidades y aportes) para, mediante el uso de diversos métodos de cálculo, obtener raciones de mínimo coste, multiobjetivo, etc. y la organización de un sistema de trabajo que hiciese posible una buena práctica de alimentación por parte de los ganaderos.

Específicamente deberíamos hacer propuestas concretas para:

- Crear una base de datos de composición y valor nutritivo de los alimentos, y de necesidades de los animales, dotada de las características precisas para incorporar toda la información generada y que se genere en un futuro, así como de los programas específicos para su manejo y el cálculo de raciones.

- Organizar el servicio de asesoramiento en alimentación animal, definiendo las necesidades humanas, económicas, informáticas y documentales, integrando a los distintos organismos de la Administración a los que incumbe.

Desde un punto de vista general podíamos resumir nuestra estrategia en dos elementos:

1.- Diseñar una arquitectura a la que incorporar la información generada, tanto en el ámbito científico, como en el de la producción.

2.- Diseñar el mecanismo de retroalimentación que permitiera actualizar y corregir el sistema de asesoramiento.

Lógicamente para poder crear esta arquitectura es necesario conocer qué información vamos a almacenar en ella y cómo vamos a utilizarla.

El principal problema existente en nuestro país en esta materia reside en el hecho de que no existe un sistema de valoración propio, que haya sido diseñado y contrastado en base a la información generada en nuestro propio



medio.

Las tablas que incorporan productos españoles son bastante incompletas o abarcan un reducido número de alimentos.

De la comparación de los sistemas propuestos por el INRA, ARC, NRC, se concluye que no se puede recomendar, a priori, ninguno de los tres. Hay diferencias notables entre ellos, pero solo una comparación sistemática de los resultados prácticos nos dará, a largo plazo, la información necesaria sobre su validez relativa para nuestras condiciones.

Ante una situación como la presente, en la que la escasa investigación española difícilmente llega a ser integrada en los grandes sistemas que se utilizan a nivel práctico, urge el planteamiento de una estrategia propia, basada, no tanto en la generación de la información de base sobre necesidades de los animales y aportes de los alimentos, sin descartar la que se vaya produciendo, sino en la captación y contrastación de la validez de la información existente en los diferentes sistemas productivos que podemos encontrar en nuestro país.

Ello requiere, por un lado, volcar una parte significativa del esfuerzo científico potencial en este campo para la creación, mantenimiento y mejora permanente de la herramienta de cálculo a utilizar en la elaboración/valoración de las dietas. Por otro, la transformación del dispositivo de asesoramiento en un sistema que permita el

control de los resultados obtenidos a nivel de campo, para permitir la retroalimentación y ajuste de la herramienta de cálculo. Un papel fundamental en este mecanismo de control debería ser asumido por los centros de experimentación.

Esta problemática obliga a disponer de un sistema muy ágil de almacenamiento de información, que permita recoger todos los nuevos trabajos, así como introducir los cambios que se están produciendo en los principales sistemas de racionamiento. La herramienta sería una base de datos informatizada, siguiendo el ejemplo de lo realizado en otros países por el ADAS, NRC, etc.

Después de revisar lo que ofrece el mercado en bases de datos rechazamos desarrollar una aplicación informática propia y optamos por un sistema modular, que es muy flexible y que está en continua renovación, como es el DBASEIII (ya está en el mercado DBASEIV).

También necesitábamos una herramienta para el cálculo de raciones. La programación lineal es la técnica matemática cuyos supuestos se adaptan mejor a los del racionamiento animal, y es la utilizada en todos los programas de cálculo de piensos y dietas.

En el mercado hay una amplia oferta en aplicaciones informáticas de programación lineal, que hemos revisado en profundidad, atendiendo a las siguientes características:

Tamaño máximo de problemas permitidos.

Velocidad de resolución del algoritmo.

Facilidad de manejo por personas no especializadas.

Posibilidad de entrada de los datos (interactivamente o a través de archivos).

Posibilidad de salida de los resultados.

Posibilidad de realizar análisis marginal y de precios.

Precio del programa.

De los analizados, LP80, SIMPLEX PC, MPPII, LP2000, LPP, LP88, LINDO/pc, SUPER LINDO/pc, BESTPLAN Y LM MASTER, hemos elegido el LP83 caracterizado por tamaño máximo del problema de 304X513, técnicas de memoria virtual, estructura modular, facilidad de conexión con base de datos y de integración en sistemas complejos.

Con independencia de la programación lineal, se han desarrollado técnicas matemáticas que podrían utilizarse con éxito en la formulación de dietas, para la obtención simultánea de varios objetivos (ej.: mínimo coste, máxima autonomía de la explotación, mínimo gasto en mano de obra...) para evitar la rigidez de los límites impuestos (funciones de penalización), etc. No obstante, su aplicación exige un gran esfuerzo, debido a que no se han desarrollado para este fin. En este campo el trabajo que venimos realizando presenta un doble objetivo: la adecuación de estos mecanismos matemáticos al campo de la alimentación animal y la propia mejora del programa que desarrollamos.

En el intento que venimos realizando para disponer de una herramienta adecuada para el asesoramiento en alimentación animal, un primer paso imprescindible era analizar qué productos se habían desarrollado por otras empresas u organismos públicos y si eran utilizables para cumplir con los objetivos que nos habíamos planteado.

A pesar de que ya a finales de los años 50 aparecieron los primeros programas de formulación de piensos, su expansión se vió frenada por el elevado coste de los equipos informáticos. En estos últimos años la situación ha cambiado sustancialmente y nos encontramos una importante oferta.

En primer lugar hemos estudiado los principales programas comerciales presentes en el mercado español y algunos de los más interesantes programas elaborados por centros de investigación (cuadro 1).

En términos generales todos los programas comerciales sirven perfectamente para calcular raciones de mínimo coste, pero difícilmente permiten una retroalimentación continua del sistema. De su estudio hemos recogido ideas para el desarrollo de nuestra propuesta.

En cuanto a los programas elaborados en universidades y centros de investigación, son aplicaciones muy específicas que, salvo algunas excepciones, difícilmente podrán utilizarse para nuestros fines. Un aspecto importante a resaltar es la preocupación constante por incorporar y actualizar los conocimientos nutricionales.

De los 27 programas analizados, dos nos han resultado particularmente útiles, el FEEDPLAN desarrollado por el North Scotland College of Agriculture y el WISPLAN de la Universidad de Wisconsin. El primero por proporcionar una estrategia global de extensión y una buena interacción con los usuarios y el segundo por la amplia experiencia en su funcionamiento, 15 años, trabajando sobre un total de 5000 explotaciones, y por las soluciones dadas a la integración del análisis de los alimentos con el asesoramiento.

La revisión de las distintas iniciativas de extensión nos reflejan tres aspectos básicos, sobre los que se tiende a organizar esta en el contexto actual:

- La utilización de los modernos métodos de alimentación exige imprescindiblemente un apoyo informático.
- Los servicios de extensión han de estar integrados con centros de investigación.
- Es preciso disponer de sistemas analíticos muy rápidos y baratos integrados con el Servicio de Extensión.

En algunos casos el servicio de extensión pertenece al propio Centro de Investigación y en otros es independiente, pero en cualquier caso hay un servicio centralizado, donde se generan los programas y se incorporan los avances. Además, hay que resaltar una tendencia a simplificar sustancialmente el manejo.

Con respecto a la situación española, el Servicio

de Extensión Agraria, actualmente transferido a las Comunidades Autónomas, es el responsable oficial de la transferencia de tecnología (más adelante comentaremos algunos datos de la situación en Andalucía, referidos específicamente a la transferencia en alimentación animal).

El análisis de la experiencia de los Institutos Técnicos de Gestión de Navarra ha sido también definitivo en la propuesta que realizamos, así como la cada vez más frecuente incorporación de técnicos a las asociaciones de ganaderos.

También hemos explorado el sector de la fabricación de piensos que, a priori, debería haber incorporado una parte importante de la tecnología disponible.

A través de una encuesta hecha por la DGIEA para los fabricantes de piensos andaluces (PEREZ-LANZAC, 1988), junto con datos complementarios del sector cooperativo, obtenidos para este estudio, observamos los siguientes problemas:

- El grado de tecnificación es bajo, especialmente en lo que se refiere al diseño de dietas, control de calidad de materias primas y productos, uso de determinadas materias primas restringidas (por falta de información) y la mala valoración de muchas de ellas.

- En general, existe una fuerte dependencia tecnológica, que afecta al 75% de las empresas. Dicha dependencia es ejercida habitualmente por las empresas que les suminis-

tran los correctores.

A la vista de la situación que hemos expuesto, decidimos trabajar en la elaboración de un programa informático propio y proceder al desarrollo de un esquema de organización que pudiese servir para el asesoramiento en alimentación animal, partiendo del esquema actual del Servicio de Extensión Agraria, transferido a las Comunidades Autónomas.

En el Gráfico 1 hemos recogido el esquema técnico del programa de racionamiento, así como su funcionamiento.

Las herramientas informáticas utilizadas han sido el programa de gestión DBASEIII y el de programación lineal LP83, conectados en lenguaje BASIC. Se han creado distintas bases de datos con información sobre las características de los alimentos y las necesidades de los animales. A partir de los alimentos disponibles en una explotación y el tipo de animales a alimentar, se obtiene la ración de mínimo coste. La base de retroalimentación del programa se realiza a través del control de los resultados obtenidos y su contrastación con la producción esperada.

El desarrollo del esquema de retroalimentación, junto a la modificación de los mecanismos matemáticos de formulación, para la mejora de los objetivos a alcanzar en dicha formulación, y el establecimiento del esquema de análisis y valoración de los alimentos disponibles en la

explotación, constituyen los principales focos de atención actual en la mejora del programa.

Se pretende que el programa esté en renovación constante, la cual será tanto más efectiva cuanto mayor sea el número de personas que participen en su desarrollo. En este sentido existe un primer esquema de organización (Gráfico 2) con un Servicio Central, integrado básicamente por el equipo de trabajo de los organismos que desarrollan el programa, que asesora a los responsables de la transferencia de tecnología (S.E.A. y, eventualmente, a los servicios técnicos de los potenciales usuarios) y que se relacionaría con los órganos de gestión correspondientes del MAPA y de otras Comunidades Autónomas, así como, desde la perspectiva de desarrollo y mejora del programa, con otros centros de investigación que trabajen en este campo.

#### Situación actual y primeros resultados

Realizada la propuesta de una nueva estrategia para la difusión de tecnología en alimentación animal, el siguiente paso consistió en contrastar con los técnicos de campo pertenecientes al S.E.A. y a las asociaciones de ganaderos la idoneidad de las soluciones adoptadas.

Para ello se efectuó una encuesta con la que se pretendía conocer cuales son las necesidades y los cauces de información de los técnicos de campo del S.E.A., qué tipo y cantidad de consultas reciben, qué aceptación consideran que tendría este servicio en su comarca y final-



mente cuál es el modelo de asesoramiento que prefieren.

Los cuestionarios cumplimentados se recibieron durante el otoño de 1987 y se procedió a su análisis. Solamente quisieramos resaltar algunos datos particularmente significativos:

- Por término medio cada agente recibe 168 consultas sobre alimentación al año; un 89% de las mismas se refieren a rumiantes, y la mitad a elaboración de dietas.

- Los agentes consideran que tan solo el 18% de las explotaciones de rumiantes alimentan correctamente, frente a un 60% de las de monogástricos.

- La receptividad de los ganaderos a este tipo de ayuda es muy alta y resulta previsible alcanzar un grado de penetración elevado.

- Existe una total desconexión entre el Servicio de Extensión Agraria y los centros de investigación.

- Los técnicos acusan una carencia en la actualización de sus conocimientos de alimentación y en la información sobre el mercado de materias primas.

- Respecto al modelo de asesoramiento abogan por la disponibilidad de un instrumento ágil, que les permita ser resolutivos, ligado a un servicio centralizado de especialistas que les apoye y actualice la información necesaria.

En base a los resultados de esta encuesta y tomando en consideración las opiniones vertidas en las reuniones

mantenidas con responsables de la extensión agraria y con técnicos de asociaciones de ganaderos, se elaboró un programa para la puesta en marcha del servicio de asesoramiento durante el primer año.

Los objetivos para el primer año de este programa son: 1º) el perfeccionamiento del programa informático; 2º) diseño de los controles de producción y alimentación, establecimiento de una red de explotaciones de referencia y conexión con los técnicos de campo; 3º) contraste experimental de innovaciones y 4º) organización del apoyo del laboratorio de análisis de alimentos.

El programa entró en funcionamiento en marzo del año 1988 y en la fase inicial se ha trabajado principalmente en el primer objetivo señalado, habiéndose completado los programas de evaluación de dietas y de manejo de las bases de datos. También se ha trabajado en otras técnicas de cálculo de dietas distintas a la programación lineal, especialmente con la programación multiobjetivo.

Esta técnica permite la toma de decisiones atendiendo a varios objetivos, tanto nutricionales como de operatividad, que conducen a dietas más racionales que la tradicional programación de mínimo coste. En el cuadro nº2 podemos observar un ejemplo de dieta obtenida atendiendo a tres objetivos. Solo una solución optimiza cada objetivo, pero a través de un proceso interactivo de preguntas y respuestas, como el que queremos desarrollar, se puede obtener una dieta que responda mejor a los tres objetivos

en cada caso particular.

La incorporación de funciones de penalización será el siguiente paso. Esto permitirá obtener con mayor facilidad dietas óptimas para situaciones nutricionales complicadas, al eliminar la rigidez de las restricciones de la programación lineal. En este sentido, estamos poniendo las bases para que, en un futuro próximo, podamos usar herramientas expertas para mejorar la actuación del centro decisor.

El trabajo continuado de revisión bibliográfica ha permitido incorporar nuevos alimentos a las bases de datos, y comenzar a elaborar los programas de predicción del valor nutritivo de los alimentos.

En el cuadro nº3 podemos ver ejemplos de alimentos incorporados a la base de datos, procedentes de diversos trabajos de investigación efectuados recientemente en Córdoba y Granada.

La principal dificultad para ampliar estas bases de datos la encontramos en la recopilación de información sobre el valor nutritivo y la ingestibilidad de la vegetación natural, información que resulta imprescindible para el asesoramiento a la ganadería extensiva. Otro tema que reviste especial dificultad es la predicción del contenido en energía neta a partir de los valores de digestibilidad, en el mejor de los casos, o en general, de la composición química.

La elaboración de los programas de predicción del valor nutritivo de los alimentos es una tarea ardua, por la multitud de ecuaciones específicas existentes y por la ausencia de trabajos para una gran variedad de productos poco comunes. La codificación de los alimentos nos permitirá incorporar gradualmente la información pero somos conscientes de que, sin la colaboración de otros equipos, esta tarea nos resultará muy difícil de llevar a cabo.

El segundo objetivo se está comenzando a desarrollar con la constitución de 7 núcleos de control (2 en vacuno, 2 en caprino, 2 en ovino y 1 en porcino) a través de asociaciones de ganaderos.

Estas asociaciones se han seleccionado por su disponibilidad de medios materiales y humanos para la aplicación del programa de asistencia en alimentación animal. De cada asociación se han escogido un máximo de 10 explotaciones que son sometidas a control de alimentación y de producciones. Estos controles se efectúan por el técnico responsable de cada asociación, que además es quién formula las recomendaciones y recoge las muestras de alimentos y las envía al laboratorio.

A estos núcleos hay que sumar otro de vacuno lechero, que gestiona directamente el Servicio de Extensión Agraria de Córdoba y que entró en funcionamiento en julio de este año.

A continuación comentaremos brevemente los primeros

resultados obtenidos con este grupo de control, no con ánimo de extraer conclusiones, sino como ejemplo de actuación y de la problemática de aplicación del programa.

Se trata de un grupo de 12 explotaciones situadas en el norte de Córdoba, bastante representativas de la comarca. El número total de vacas en producción (excluidas las secas) fué de 257 en el primer control y de 252 en el segundo.

El consumo medio de pienso fué de 5,5 Kg/cab. y día y, según el nivel de producción, varió entre 4,2 y 8,2; a esto habría que añadir 1,85 Kg de semilla de algodón y 2,9 kg de pulpa de remolacha deshidratada, lo cual nos situaría en un consumo medio de 10,25 Kg de concentrados por cabeza y día (de 9,3 a 14,6 para los grupos de menor y mayor producción).

Examinado el balance entre aporte de nutrientes y necesidades teóricas (cuadro nº4) nos encontramos con que, respecto a la energía, solo el 35% de las vacas están correctamente alimentadas, el 14% están subalimentadas y el 56% sobrealimentadas. En general, el ganadero no ajusta correctamente el aporte de alimentos a la producción y así, mientras un gran porcentaje de vacas de baja producción está sobrealimentado, algunas vacas de alta producción no disponen de suficiente alimento. (cuadro nº5 y nº6)

En el caso de la proteína tan solo el 5% de las vacas están correctamente alimentadas, observándose un

gran exceso de aporte de modo generalizado. Este desequilibrio parece ser común en la época en que disponen de forrajes verdes y se debe, en gran parte, a que el concentrado que utilizan contiene mucha más proteína de la necesaria.

El coste de alimentación, referido a litro de leche, fue de 17,95 pts. para todo el conjunto y osciló entre 21,08 y 12,14 pts/l para las vacas de menor y mayor producción, respectivamente.

Se calcularon las dietas de mínimo coste para cada ganadero y para cada nivel de producción, atendiendo a las disponibilidades de forraje, a los condicionantes de manejo y a la indiosincrasia del ganadero. La estructura de la dieta recomendada cambió notablemente respecto a la que estaban aplicando, pasando el consumo global de concentrados de 10,25 a 7,7 Kg/cab. y día, y reduciendo el pienso compuesto de 5 a 2 Kg/cab. y día; en sustitución de éste se aumentó la pulpa de remolacha deshidratada.

El coste disminuía 5 pts/l. leche con estas dietas equilibradas.

La dieta suministrada por los ganaderos cuando se efectuó el segundo control no se ajustaba a las recomendaciones. Esto sucedió en parte por la discontinuidad en el suministro de semilla y de cascarilla de algodón, lo cual obligó a los ganaderos a modificar las dietas.

El consumo de concentrados fue de 7,74 Kg/cab. y

día de media para todo el grupo, valor próximo al recomendado, pero con una composición muy distinta, ya que no se redujo el pienso aportado. Por grupos, el consumo máximo fue 10,45 Kg para las vacas de alta producción y 6,48 Kg para las de menor producción.

En cualquier caso, se consiguió un pequeño abaratamiento de los costes de alimentación, en un momento en el que la disponibilidad de los forrajes verdes disminuyó a la mitad. También se logró corregir parcialmente los desequilibrios nutritivos, disminuyendo el porcentaje de vacas con excedentes nutritivos elevados.

Paralelamente se está trabajando en el diseño de las fichas de control, en la organización de las bases de datos correspondientes y la elaboración de los programas de análisis de la información recogida, programas que han de permitir, por una parte, conocer la evolución de las dietas utilizadas y del coste de la alimentación y, por otra, contrastar los resultados productivos previstos con la dieta aplicada, frente a las producciones medidas en los controles. Para el vacuno lechero ya se han elaborado las fichas provisionales de control y se ha realizado un prediseño de las bases de datos, que está siendo contrastado en los controles realizados.

Para el contraste experimental de innovaciones se dispondrá de 3 rebaños experimentales de vacuno lechero, uno de ovino y otro de caprino.

El análisis de alimentos se organiza en base a un espectrofotómetro de reflectancia en infrarrojo cercano (NIR) para cuya calibración se utilizarán los laboratorios del Dpto. de Producción Animal de la E.T.S.I.A. y del CIDA. Este capítulo suele constituir el cuello de botella en la asistencia en alimentación animal, por ello se pretende organizar en torno a un sistema analítico rápido y de bajo coste, que puede ser instalado en las propias asociaciones. Se ha comenzado a crear un banco de muestras, alojado en una cámara refrigerada, donde se almacenen las muestras de alimentos analizadas procedentes de estos núcleos de control, hasta disponer de un número de muestras de un mismo producto suficiente para efectuar la calibración del espectrofotómetro. Esta calibración deberá ser ajustada cada año y podrá ser transferida a otros equipos compatibles que se incorporen al programa de asistencia en alimentación.

#### BIBLIOGRAFIA

PEREZ-LANZAC, J. (1988). La industria de piensos compuestos en Andalucía. Estructura de empresas y actitud ante el empleo de leguminosas y subproductos. Revista de estudios Agro-Sociales XXXVI (145):121-143.



CUADRO 1.- RELACION DE PROGRAMAS DE RACIONAMIENTO ANIMAL  
ANALIZADOS

PROGRAMAS  
COMERCIALES

PROGRAMAS DE  
UNIVERSIDADES

- FORDA	Datisa	- CAMDAIRY, Sydney
- FORDA II		- DAIRY, Pennsylvania
- FEEDS F2	Format	- <u>FEEDPLAN, Aberdeen</u>
- FEEDS F5		- ISU DAIRY RATION, Iowa
- DMFEED		- LCF, S.A.D.A.
- LAB II		- OPT, California
- TECNILAC		- RUMNUT, S.A.D.A.
- DAIRY		- UMDAIR, Maryland
- BEEF		- <u>WISPLAN, Wisconsin</u>
- MIXIT-2		- Escuela de Nantes
- MIXIT-3	Agrosoft	- U.P. de Madrid
- STACK		
- PRICE-IT		
- FEED MASTER, Agricontrol Int.		
- PASCUAL, Pascual de Aranda S.A.		
- BALANCE, IZASA S.A.		

GRAFICO 1.- ELEMENTOS TECNICOS Y FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA DE ACIONAMIENTO DISEÑADO (PROGRAMA VIOLETA)

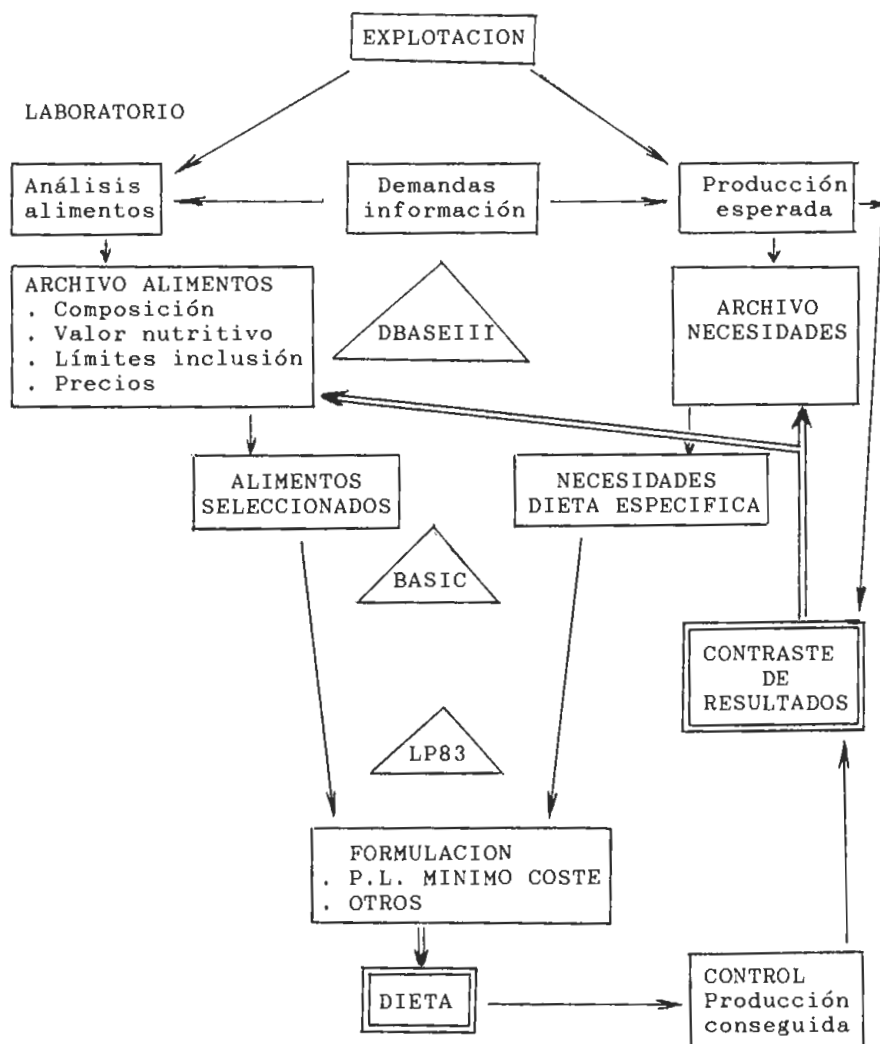
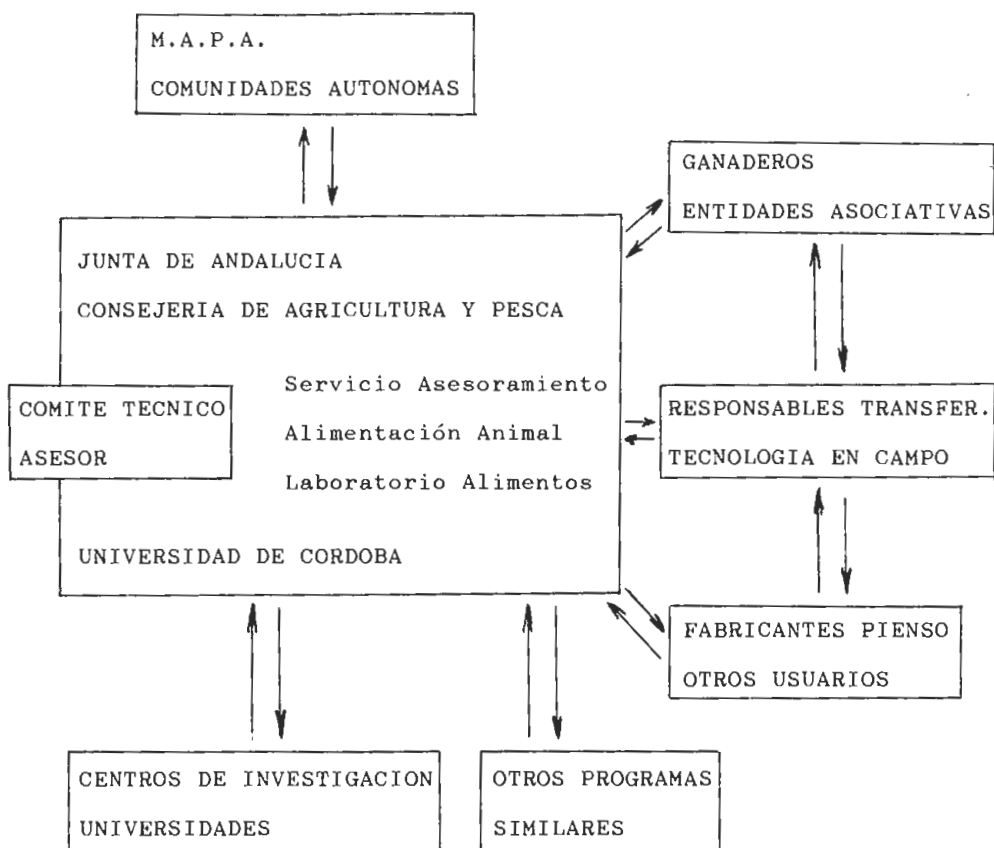


GRAFICO 2.- ORGANIGRAMA DEL SERVICIO DE TRANSFERENCIA DE  
TECNOLOGIA EN ALIMENTACION ANIMAL



CUADRO Nº2: EJEMPLO RACION PARA UNA VACA 600 KGS. CON  
PRODUCCION DE 35 LITROS DE LECHE

Objetivos: 3; Restricciones: 20; Alimentos: 21

	Coste(pts)	Peso(Kg)	Autonomía(%)
Mínimo coste	427,6	40	83,8
Mínimo peso	641,0	18,2	0
Máxima autonomía	537,4	23,5	90,2

CUADRO Nº3: ALIMENTOS INCORPORADOS A LA BASE DE DATOS  
PROCEDENTES DE INVESTIGACION PROPIA

"GRUPO"	N CODIGO	NOMBRE
	368 020204	ALGODON INTEGRAL
	381 090500	PIENSO COVAP V-3
	377 130100	PASTO NATURAL SIERRA INVIERNO
VEGETACION	378 130200	ALBAIDA FRESCA (ANTHYLLIS CYTISOIDES)
NATURAL	400 130200	ANTHYLLIS CYTISOIDES
HERBACEA	379 130201	ALBAIDA MADURA (ANTHYLLIS CYTISOIDES)
	399 130202	ACACIA SALICINA
	401 130203	ATRIplex NUMULARIA DE TUNEZ
	371 140203	HOJA DE OLIVO FRESCA DE LIMPIADORA
V.N.	373 140204	RAMON DE OLIVO FRESCO (15% leño)
ARBUST.	388 140204	RAMON DE OLIVO FRESCO
	389 140205	RAMON DE OLIVO DESECADO
	387 140206	RAMON DE ENCINA
	395 150106	CAÑOTE DE MAIZ
	385 150200	PAJA DE VEZA
RESIDUOS	386 150201	PAJA DE GARBANZO
DE	392 150600	RESIDUOS PLANTA DE JUDIA VERDE
CULTIVOS	396 150601	RESIDUOS PLANTA DE MELON
	397 150602	RESIDUOS PLANTA DE TOMATE
	398 150603	RESIDUOS DE ESQUEJE DE CLAVEL
	390 160201	PULPA DE REMOLACHA DESECADA
	384 160203	PULPA REMOLACHA Prensada 23 %MS
	375 160220	PULPA DE ACEITUNA + 10% MELAZAS REM.
SUBPROD.	383 160302	CASCARILLA DE ALGODON
AGROINDUS.	394 160303	CASCARILLA DE GIRASOL
	380 160310	CAPOTE DE ALMENDRA
	391 160400	CORTEZA DE CHOPO
	393 170204	HENO DE ALFALFA GRANULADO

CUADRO Nº4: EXPLOTACIONES DEL GRUPO DE CONTROL. DIFEREN-  
CIAS ENTRE APOORTE DE NUTRIENTES Y NECESIDADES  
TEORICAS

(Aporte - necesidades) X 100/necesidades

<-25    (-25,-10)    (-10,+10)    (+10,+25)    >+25

nº cabezas	Energía UFL				
	<-25	(-25,-10)	(-10,+10)	(+10,+25)	>+25
257	4,7	5,4	35,4	18,7	35,8
257	Proteína PDI				
	1,2	3,5	4,7	26,0	64,6

CUADRO Nº 5: BALANCE ENTRE APOORTE Y NECESIDADES, A NIVEL DE ENERGIA, EN FUNCION DEL NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE, EN LAS EXPLOTACIONES CONTROLADAS

Cabezas	Produc. (l./día)	(Aporte-necesidades) X 100/necesidades				
		<u>&lt;-25 (-25,-10) (-10,+10) (+10,+25) &gt;+25</u>				
		ENERGIA (UFL)				
83	<17	0.0	0.0	31.3	0.0	68.7
82	17-22	0.0	15.9	18.3	29.3	36.6
52	23-27	17.3	0.0	44.2	18.3	6.1
27	28-32	11.1	3.7	51.9	33.3	0.0
13	>32	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0

CUADRO Nº 6: BALANCE ENTRE APOORTE Y NECESIDADES, A NIVEL DE PROTEINA, EN FUNCION DEL NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE, EN LAS EXPLOTACIONES CONTROLADAS

Cabezas	Produc. (l./día)	(Aporte-necesidades) X 100/necesidades				
		<u>&lt;-25 (-25,-10) (-10,+10) (+10,+25) &gt;+25</u>				
		PROTEINA (PDI)				
83	<17	0.0	0.0	13.3	18.0	68.7
82	17-22	0.0	0.0	0.0	34.1	63.9
52	23-27	0.0	17.3	0.0	17.3	41.5
27	28-32	11.1	0.0	3.7	18.5	66.7
13	>32	0.0	0.0	0.0	76.9	23.1

LA ASISTENCIA TECNICA EN ALIMENTACION ANIMAL EN EL ITGV.  
INCIDENCIA SOBRE LOS COSTES DE PRODUCCION Y LA UTILIZACION  
DE MATERIAS PRIMAS

Paxti Agorreta  
Instituto Técnico de Gestión del Vacuno. Pamplona

Resumen

El I.T.G.V. cuenta con 700 socios y atiende a una cabaña de unos 15.000 vacas distribuidas por toda Navarra.

Esta empresa ofrece, entre otros, un servicio de asistencia técnica en alimentación a los ganaderos asociados. Los técnicos de gestión toman datos de alimentación y elaboran raciones sencillas en las visitas que periódicamente realizan a todas las explotaciones asociadas.

El especialista en alimentación elabora informes completos para ciertas explotaciones en función de la demanda de los socios. Se trata, en general, de los ganaderos mejor cualificados y más receptivos a la información.

Se tiene en cuenta lo que hacen los ganaderos para no dar recomendaciones disparatadas respecto a su rutina diaria y se le ofrecen diversas alternativas con distinto grado de modificación respecto a lo que vienen haciendo.

Se utilizan una gran variedad de subproductos de las industrias conserveras localizadas en La Ribera y se han introducido nuevos productos que permiten disminuir el coste alimentario. Se ofrece un servicio de análisis de

alimentos, dedicando especial atención a los forrajes conservados. La acogida de este servicio por parte de los ganaderos ha sido excelente y muchos consideran importante analizar los forrajes producidos en la explotación o comprados, porque les permite tener un criterio más objetivo a la hora de comprar y les muestra como realizan las labores de conservación de forrajes.

Otra faceta de este servicio es la elaboración de dietas de campaña para distintas zonas productivas, y la divulgación a los ganaderos.

A lo largo de la exposición se presentan algunas cifras significativas sobre la incidencia que este servicio ha tenido en la disminución de los costes de producción y en la introducción de nuevos productos en las dietas de vacuno lechero.

## **DISCUSIONES A LA 2ª SESION (II)**





## DISCUSION

### Mecanismos de la retroalimentación del programa

La renovación del programa se realiza en base a la recogida de información a nivel de campo, en función de los resultados que se vayan obteniendo y a la introducción de nuevas aportaciones procedentes de la bibliografía.

El primero de estos mecanismos supone el establecimiento de controles de producción en explotaciones colaboradoras, así como en las granjas experimentales dependientes del sector público. La implantación de dichos controles trasciende al interés derivado del programa de racionamiento, siendo necesarios para la mejora global de las condiciones de producción y comercialización y para apoyar las inversiones a realizar en el sector o en cada explotación en particular. A nivel del programa de racionamiento, permite comprobar la adecuación de las recomendaciones sobre necesidades de los animales y la valoración de los alimentos, presentes en los sistemas INRA, ARC, NRC, etc., a las características de nuestros animales, de los alimentos disponibles y de los sistemas de explotación utilizados. Constituye un mecanismo factible de adaptación de dichas normas, ante la imposibilidad práctica de actuar como se ha hecho en Francia, U.K., USA, etc.

El problema de ajuste del programa con los resultados obtenidos en los controles es de tipo matemático, con la consideración lógica de los factores biológicos implicados.

### Adecuación de estos programas a las necesidades reales del ganadero

Se discute la validez de este tipo de programas para dar respuesta a las necesidades de los ganaderos. En este sentido se entiende que los programas son meras herramientas de trabajo para ser utilizados en los servicios de transferencia de tecnología, tanto públicos como privados.

Como tales mecanismos permiten la recogida de la información disponible, su almacenamiento y sirven para el cálculo rápido de la respuesta óptima a aplicar a cada caso, en base a la información disponible. En este sentido la validez del programa es evidente, distinto es que exista falta de información para dar esa respuesta o que los servicios de transferencia de tecnología no sean capaces de adecuar su actuación a las necesidades derivadas de la demanda de los ganaderos. Precisamente la informática lo que facilita es esta adecuación, aunque deben ser conscientes de ello y orientar su actuación sobre la base del uso de estos nuevos mecanismos.

**P o n e n c i a V <sup>(1)</sup>**  
**ASPECTOS TECNOLOGICOS DEL TRATAMIENTO  
DE PAJA DE CEREAL CON UREA.  
DATOS PRELIMINARES**

X. ALIBES (\*)  
F. MUÑOZ (\*)  
M. JOY (\*)

(\*) Centro de Investigaciones Agrarias de Aula Dei. Zaragoza.



## ASPECTOS TECNOLOGICOS DEL TRATAMIENTO DE PAJA DE CEREAL CON UREA, DATOS PRELIMINARES

X. ALIBÉS, F. MUÑOZ, M. JOY

Centro de Investigaciones Agrarias  
de Aula Dei

Apartado 727, 50080 ZARAGOZA.

### INTRODUCCION

En la Comunidad Económica Europea se estima una producción anual de paja de cereal que se sitúa en torno a las 120 millones de toneladas de sustancia seca. La localización y destino de esta paja es muy variable entre países y también lo es a escala regional. Las estimaciones de WEISGERBER (1986) en la CEE (antes de la incorporación de España y Portugal) indican que el consumo de paja como alimento para el ganado fluctúa entre el 5% en Alemania y el 35% en Italia. El uso en cama para el ganado es del 35% en Alemania y Reino Unido. La paja incorporada directamente al suelo como fertilizante es del orden del 6% en el Reino Unido y del 35% en Alemania, mientras que se quemaría en el propio campo un 9% en Alemania y un 24% en Italia. De cualquier forma, los excedentes son cuantiosos y existe preocupación en buscar formas de reciclado eficiente de éstos y otros residuos ligno-celulósicos.

A lo largo de los últimos decenios se han puesto a punto diferentes técnicas tendentes a mejorar el valor de la paja como alimento para el ganado, que han alcanzado un grado de desarrollo desigual. Actualmente los tratamientos físicos (molienda, aglomeración) están cuestionados por su costo energético. Los tratamientos químicos, especialmente con

álcalis (sosa caústica, amoníaco), se han desarrollado incluso a pequeña escala por los agricultores-ganaderos y de modo particular en algunos países nórdicos. En el momento actual, el desarrollo de técnicas para mejorar la paja como alimento ha experimentado un retroceso debido, probablemente, a la situación excedentaria de los cereales en la CEE.

La agricultura mediterránea presenta unas condiciones económicas y ambientales diferentes a las observadas en las agriculturas nórdicas, con unos marcados desequilibrios regionales y unos cambios climáticos extremos. Ello conlleva a frecuentes desajustes en los sistemas de alimentación de la ganadería ligada a la tierra. Consecuentemente, puede pensarse que en el área mediterránea la paja puede tener un papel estratégico importante y existe por ello un interés en desarrollar técnicas para su uso eficiente en alimentación animal.

Con estas consideraciones, realizamos durante los años 1980 a 1982 cierta actividad experimental de tratamiento con  $\text{NH}_3$  anhidro (ALIBES et al., 1983/84), contrastada con un elevado número de ensayos prácticos (ALBERTI et al., 1982; FACI et al., 1987), que han alcanzado un desarrollo posterior aceptable.

Con el fin de poner a punto una técnica sencilla, capaz de ser aplicada por el ganadero con sus propios medios, iniciamos en 1986 el estudio del tratamiento de la paja con urea (HADJIPANAIYOTOU, 1982). El principio de este tratamiento se basa en que la urea, en determinadas condiciones, se transforma en  $\text{NH}_3$ , actuando este gas de la misma forma que en el tratamiento clásico con amoníaco anhidro (SUNDSTOL, 1978). La urea, para transformarse en amoníaco, requiere cierta humedad, presencia de ureasas (en general disponibles de forma natural en la paja) y, lo que es muy importante, temperaturas comprendidas entre 18 y 30 °C.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Durante las campañas de cosecha de cereal 1986 y 1987 se realizaron distintos tratamientos de paja de cebada, trigo, y cañote de maíz, procedentes de los regadíos del Valle Medio del Ebro.

### a) Material objeto de estudio y tratamientos a los que fue sometido:

En verano de 1986 se prepararon cuatro pilas o almiarés de paja de cebada de primavera cv. GEORGIA, confeccionadas con pacas convencionales de 16 Kg. Los distintos tratamientos se relacionan en el Cuadro 1.

- CT - paja de cebada testigo cosechada de madrugada a 88,0% de sustancia seca (SS).
- CA - paja del mismo origen tratada con 35 g de amoníaco anhidro por Kg de S. S., según método SUNDSTOL (1978).
- CU-1 - aplicación de urea en solución acuosa a través de mecanismos instalados en la propia empacadora, resultando una aplicación a razón de 28,9 g de N/Kg de S.S. de paja.
- CU-2 - aplicación en forma de solución acuosa de una dosis de 5,5% de urea, aplicada en capas a medida que se confeccionaba la pila (HADJIPANAIYOTOU, 1982) resultando un aporte de 25,7 g de N/Kg de S.S.

Los tres tratamientos se hicieron en la misma fecha, con temperatura ambiente máxima diaria de 36 °C. Se cubrieron las pilas con lámina de polietileno transparente, procurando un cierre hermético (SUNDSTOL, 1978).

En verano de 1987, se recogieron muestras de 1 t de paja de trigo de invierno cv. ANZA y en otoño del mismo año muestras de 1 t de cañote de maíz cv. FUNNK'S 7427. En el Cuadro 1, se



precisan los tipos de tratamiento en cada caso.

TT - paja de trigo no tratada, utilizada como testigo.

TU-1 - paja de trigo tratada con la misma técnica y modo de aplicación que el CU-1 (1986), pero con una dosis de urea inferior (2,5% sobre S.S.).

TU-V; TU-O y TU-I - paja de trigo tratada en verano, otoño e invierno, respectivamente, con la misma técnica y modo de aplicación que la CU-2 (1986), y con dosis similares de urea.

MT - cañote de maíz empacado, utilizado como testigo

MU - cañote de maíz tratado con la misma técnica que la empleada en las pilas de paja (TU-V, TU-O y TU-I) y con dosis de urea del 4% sobre S.S.

MUSU - cañote de maíz tratado con una dosis de urea del 4,2% y aplicada directamente en forma sólida en la superficie de las pacas de cañote y añadiendo harina de haba cruda de soja, como fuente de aporte de ureasa para activar la transformación de urea en amoníaco.

MUS<sub>1</sub> y MUS<sub>2</sub> - cañote de maíz con 66,2 y 76,7% de s. seca tratada con la misma técnica des MUSU, sin adición de fuente de ureasa. El material MUS<sub>1</sub> había recibido una lluvia en el campo antes de ser tratado.

## **b) Animales utilizados**

Después de un período mínimo de dos meses tras la aplicación de los tratamientos, se abrieron las pilas troceando el material en fragmentos de longitud media de 8 cm, y se suministraron a grupos de 4 corderos adultos y castrados, alojados en jaulas metabólicas. Después de 20 días de adaptación se recogieron heces durante 10 días para determinar la digestibi-

lidad de la sustancia orgánica. El nivel de alimentación durante este período fue aproximadamente la unidad. Posteriormente a estos 30 días los animales fueron de nuevo adaptados para realizar las medidas de ingestión voluntaria. Esta se controló durante 7 días.

Finalizado el proceso descrito, se redistribuyeron los animales al azar, procediéndose a un segundo período de controles con el fin de obtener un total de 8 datos para cada uno de los parámetros, digestibilidad e ingestión. Estos mismos parámetros en los tratamientos MUSU, MUS<sub>1</sub> y MUS<sub>2</sub> se determinaron con lotes de 6 y 8 corderos en un único período.

En todos los casos los corderos recibieron dos veces al día cantidades precisas de concentrado (25% torta de soja, 63.8% cebada molida y 11.2% suplemento mineral (\*)), limitando dicho aporte a un 25% de la dieta ingerida (período digestibilidad). En los tratamientos testigo, se les adicionaba al pienso cantidades precisas de urea para que el aporte nitrogenado en todas las dietas fuera similar.

### c) Análisis químicos

Todas las determinaciones se hicieron sobre muestras desecadas a 60 °C en horno ventilado, hasta peso constante.

Las técnicas analíticas ordinarias se realizaron según normas AOAC (1977). La degradabilidad de la sustancia orgánica por medio de celulasas se analizó mediante la técnica descrita por AUFRERE (1982). La degradabilidad "in sacco" a las 48 h se determinó según la metodología de ORSKOV et al. (1980) y finalmente la digestibilidad "in vitro" se realizó por el método TILLEY y TERRY (1963). Las distintas fracciones fibra neutro detergente, fibra ácido detergente y lignina ácido detergente se determinaron según VAN SOEST (1963).

---

(\*) La composición del suplemento mineral fue: carbonato cálcico (2.5%), fosfato-bicálcico (5.1%), sulfato magnésico (1.23%), sal (0.83%), compuesto comercial vit. A, D, B, E; Mg, Zn, I, Fe, Cu, Co, Se, Mn (1.60%).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En los Cuadros 1, 2, 3, 4 y 5 se ofrecen los datos preliminares obtenidos en los catorce tratamientos que se han relacionado.

En el ensayo de paja de cebada (1986) (Cuadro 1) se comparó el tratamiento clásico (CA) con amoníaco anhidro (3,5%), frente a dos técnicas de aplicación de la urea en solución acuosa: aplicador en la empacadora (CU-1) y aplicación por capas al confeccionar la pila (CU-2). Como primera observación, señalemos la dificultad práctica de dosificar la urea en CU-1, resultando notablemente complejo estimar la cantidad de paja que existe en el suelo, ajustar la velocidad del tractor y finalmente ajustar el caudal de solución (concentración de urea) que derrama cada boquilla. Consecuencia de ello fue que la dosis de urea aplicada (6.2%) fue superior a la prevista. En estas condiciones la actividad ureolítica fue débil, permaneciendo intacta el 51% de la urea aplicada (Cuadro 2), alcanzando en la paja tratada (desecada en horno ventilado) un contenido excesivo en nitrógeno total (28.0 gr de N/Kg SS). En el tratamiento con solución en pila (CU-2) solamente el 23% de la urea permaneció sin transformar.

Para cantidades sensiblemente iguales de nitrógeno efectivamente aplicado en los tres tratamientos (entre 25.7 y 29.3 gr N/Kg SS) (Cuadro 2) el nitrógeno aparentemente fijado en la paja fue del 41.3% (CA), 42.3% (CU-2) y 79.2% (CU-1), en este último caso, fue debido al hecho de haber permanecido sin transformar el 51% de la urea aplicada. En estas condiciones, las respuestas medidas sobre los animales (Cuadro 4) fueron netas a nivel de la DSO de la paja: 41.0% (CT), 55.3% (CA), 53.8% (CU-1) y 52.7% (CU-2), con escasas diferencias entre el tratamiento  $\text{NH}_3$ -anhidro y los dos tratamientos "urea". Los aumentos de ingestión voluntaria de paja debidos al tratamiento y expresados en porcentaje respecto a la ingestión de paja no tratada, fueron del 51% para CA, 21% para CU-2 y 2% para CU-1. En este último caso las causas de una mala ingestión

pueden atribuirse al exceso de urea residual presente en la paja con un doble efecto sobre el animal, en cuanto a rechazo por causas de palatabilidad y por exceso de nitrógeno soluble en rumen.

En el ensayo de paja de trigo (1987) tratamos en primer lugar de reincidir en el tratamiento con solución de urea en el propio campo (TU-1) y en segundo lugar estudiar la influencia de la época del año (TU-V, TU-O y TU-I, verano, otoño e invierno, respectivamente) en la cual se efectuaba el tratamiento ordinario con urea en solución. En realidad, en el tratamiento TU-1 y por las razones prácticas que antes se citaron, la dosis de urea aplicada (2.5%) resultó inferior a la prevista (Cuadro 1), lo cual corrobora el criterio de inviabilidad práctica por falta de precisión en la dosificación. En lo que concierne a las tres épocas del año, hay que señalar que las condiciones de temperatura del invierno 1987-88 fueron particularmente benignas.

En el tratamiento en campo (TU-1), la ureólisis fue total (solamente se encontraron trazas de urea residual), el nitrógeno uréico fijado fue del 50%, no obstante el contenido en equivalente P.B. fue del 6.2%, inferior al deseado. Consecuentemente la DSO de la paja tratada (TU-1) aumentó únicamente en 4.6 puntos en relación a la paja sin tratar (Cuadro 4). La respuesta en ingestión voluntaria fue prácticamente nula (Cuadro 5).

En los tres tratamientos coincidentes con las estaciones del año (TU-V, TU-O y TU-I) se aplicaron dosis de urea altas (5.8-6.1%), llevando la humedad a niveles también elevados (37-34%) (Cuadro 1), consiguiendo niveles de fijación del N decrecientes en función de la estación (52.5% verano, 44.9% otoño y 26.7% invierno), siendo limitada la urea residual encontrada (24%, 23% y 8% de la aplicada, respectivamente para los tres tratamientos). Se trata, pues, de tres tratamientos bien realizados, cuya primera manifestación sería la reducción, en relación a la paja testigo, de la fracción NDF (de 79.5% a 74.3, 75.0 y 76.6, respectivamente) y sobre los animales

aumentos importantes de DSO de la paja tratada (25% TU-V, 20% TU-O y 21% TU-I), aumentos que, a distinta escala, se corroboran en las determinaciones "in sacco" o mediante celulasas (Cuadro 4). El incremento en la ingestión voluntaria (Cuadro 5) en términos de g. de SOD, fue en los tres tratamientos del 42%, por término medio.

Globalmente para los tratamientos realizados en las tres estaciones del año, podemos pensar que, en los tres casos y con niveles de humedad sensiblemente altos, las temperaturas ambientales durante el proceso fueron suficientes para una ureolisis eficaz y para obtener unas respuestas muy notables a nivel de valor energético e ingestión voluntaria. Las diferencias entre las tres estaciones, sólo se apreciaron a nivel de fijación de nitrógeno y urea residual, que resultaron inferiores durante el invierno (TU-I). Nos inclinamos a pensar que no hubiese ocurrido lo mismo en un año de invierno con temperaturas normales.

En los tratamientos sobre cañote de maíz se estudió el tratamiento con urea en solución acuosa (MU) frente a tres formas de aplicación en forma sólida: MUSU (con ureasa adicional) y MUS-1, MUS-2, ambos sin ureasa.

El tratamiento en solución acuosa desarrolló una actividad ureolítica correcta, con escasa presencia de urea residual (Cuadro 2) y fijación normal de nitrógeno procedente de la urea (42.1%). No ocurrió lo mismo con los tres tratamientos de urea en forma sólida, registrándose niveles excesivos de urea residual (incluso en MUSU, es decir, con ureasas adicionales), salvo en la muestra mojada por la lluvia (MUS-1), que registró un nivel aceptable del 26% de urea residual con respecto a la aplicada. La alta fijación aparente de nitrógeno en MUS-2 responde a que el 59% de la urea aplicada no se transformó.

En el momento de comparar los datos de digestibilidad entre los distintos tratamientos de cañote en relación al cañote testigo, surge la dificultad de determinar que valor de digestibilidad "in vivo" atribuimos a la muestra testigo. En

efecto, al tratarse de cañote seco, a pesar de su troceado (8 cm), los ovinos tienen una gran dificultad en la ingestión de los tallos; en consecuencia el animal ejerce una neta selección, rechazando prácticamente la totalidad de los tallos (no ocurre lo mismo con el cañote tratado, sea con sosa cáustica,  $\text{NH}_3$ -anhidro, o urea). Por esta razón los resultados de DSO "in vivo", sobre cañote seco no tratado, resultan ligados linealmente al porcentaje de rechazo permitido a los animales; en efecto, la DSO fue del 49% con 9.7% de rechazo y del 52.9% con un 23% de rechazo, como valores extremos. Por consiguiente, para determinar la DSO del cañote testigo debemos recurrir necesariamente a pruebas "in sacco" o de degradabilidad con celulasas, sobre muestras molidas de cañote completo.

Asumiendo una DSO del cañote testigo de 50.5% determinada "in vivo" (Cuadro 4), el efecto positivo del tratamiento con urea en solución permitiría ganar 3.8 puntos porcentuales; "in sacco" 6.2 puntos y con celulasas 3.1 puntos. Para el tratamiento urea sólida-ureasa (MUSU) el incremento fue de 6.4 puntos, mientras que con urea sólida (MUS-1 y MUS-2) el efecto resultó nulo. En principio, habrá que descartar la viabilidad del tratamiento con urea sólida, no obstante nos queda por verificar si con la aplicación adicional de agua, después de ser distribuida la urea sólida (especialmente en tratamientos de verano), pudiera obtenerse un grado de ureólisis aceptable. Las respuestas en ingestión voluntaria de cañote (Cuadro 5) no resultan comparables entre ellas, ya que las pruebas de ingestión MUS-1 y MUS-2 se realizaron con posterioridad a las otras tres.

## CONCLUSIONES

- Los tratamientos de las pajas con solución acuosa de urea (dosis alrededor de 4% de urea, sobre S.S.), realizados en las condiciones de temperatura ambiental del Valle Medio del Ebro y con humedades finales (original del forraje, más el agua

adicionada) comprendidas entre 36% y 25%, tienen unas respuestas en fijación de nitrógeno (ureolisis suficiente), digestibilidad y cantidades ingeridas por los animales, próximas a las obtenidas con un correcto tratamiento con  $\text{NH}_3$ -anhidro y, por consiguiente, interesantes de cara a su utilización por los ganaderos.

- La técnica de aplicación resulta extremadamente sencilla y para la distribución uniforme de la solución de urea se pueden utilizar los equipos mecánicos disponibles para tratamientos fitosanitarios. Sin embargo, resulta costoso por lo que representa la manipulación de pacas. En el caso de cañote de maíz triturado, e independientemente de su humedad inicial, resulta especialmente ventajoso el llenado de silos para forraje, distribuyendo igualmente la solución de urea por capas.

- El tratamiento mediante equipos instalados en la propia empacadora resulta difícil de dosificar-controlar. No lo creemos recomendable.

- El nitrógeno que resulta fijado con esta técnica es aproximadamente el 50% del aplicado; porcentaje ligeramente superior a los obtenidos con el tratamiento  $\text{NH}_3$ -anhidro. El costo económico de la cantidad de nitrógeno, en el momento actual, resulta también más ventajoso para el tratamiento urea.

- La aplicación directa de urea sólida no parece recomendable. Falta información sobre la aplicación de urea sólida y adición posterior del agua.

- Aparentemente no sería necesario el empleo adicional de ureasas activadoras del proceso de generación de amoníaco. Resta por verificar si ello es cierto para materiales (pajas) de diferentes orígenes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALBERTI P., ALIBES X., CASTRO P., DIEZ J.L., GARCIA F.P., MARTINEZ M., MUÑOZ F., 1983. Sistema de mejora en la calidad nutritiva de la paja. TRIA, 390, 27-31.
- ALIBES X., MUÑOZ F., FACI R., 1983. Anhydrous ammonia treated straw for animal feeding. Some results from the Mediterranean Area. Anim. Feed. Sci. and Technol., 10, 239-246.
- ALIBES X., MUÑOZ F., FACI R., PH. BERGE., 1984. El tratamiento con amoniaco anhidro como vía para potenciar el uso de residuos fibrosos en alimentación animal. "Nuevas Fuentes de Alimentos". Ed. Gomez Cabrera, Cordoba. p. 123-136.
- A.O.A.C., 1977. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- AUFRERE J., 1982. Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. Ann. Zootech., 31 (2), 111-130.
- FACI R., MUÑOZ F., ALIBES X., 1987. Productivity of ewes fed cereal straw treated with anhydrous ammonia. 3<sup>rd</sup>. Workshop Cost 84-bis "Evaluation of straw as Ruminant feed". Clermont Fd. 4 p.
- HADJIPANAIYOTOU M., 1982. The effect of ammoniation using urea on the intake and nutritive value of chopped barley straw. Grass and Forage Sci., 37, 89-93.
- ORSKOV E.R., HOWELL F.D., MOULD F., 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feed stuffs. Trop. Anim. Prod., 5, 5: 195-213.



- SUNDSTOL F., COXWORTH E., MOWAT D.N., 1978. Improving the nutritive value of straw and other low quality roughages by treatment with ammonia. World Anim. Rev., 26, 13-21.
- TILLEY J.M.A., TERRY R.A., 1963. A two stage technique for the in vitro digestion forage crops. J. of the Brit. Grassl. Soc., 18, 104-111.
- VAN SOEST P.J., 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. J. Ass. of Agric. Chem., 46, 829-835.
- WEISGERBER H., 1986. Cultivation of fast growing trees species in short rotations. Citado por SCHLIEPHAKE, "Lignocellulosic Biomass" Rapp. "Agricultural Surpluses" CEE, DG VI y DG XII, contract n<sup>o</sup> 8210. 55 p.

CUADRO 1. Descripción de los tratamientos efectuados sobre una tonelada de paja.

	(Base S. Seca)		
	% S. SECA ORIGEN	UREA APLICADA	% S. SECA TEORICA
<u>PAJA DE CEBADA (1986)</u>			
CT Testigo	88.0	--	--
CA NH <sub>3</sub> -Anhidro 3,5%	77.6	--	--
CU-1 Urea en campo	77.0	6.2	69.5
CU-2 Urea en pila	85.3	5.5	64.5
<u>PAJA DE TRIGO (1987)</u>			
TT Testigo	92.0	--	--
TU-1 Urea en campo	90.1	2.5	80.0
TU-V Urea en pila (verano)	87.9	5.8	65.5
TU-O Urea en pila (otoño)	89.3	6.1	65.8
TU-I Urea en pila (invierno)	86.5	6.0	63.1
<u>CAÑOTE DE MAIZ (1987)</u>			
MT Testigo	76.7	--	--
MU Urea en pila	76.7	4.0	69.9
MUSU Urea en pila en forma sólida y 4% harina de haba cruda de soja (ureasa)	76.7	4.2	76.7
MUS <sub>1</sub> Urea en pila, en forma sólida	66.2	4.6	66.2
MUS <sub>2</sub> Urea en pila, en forma sólida	76.7	3.9	76.7

CUADRO 2. Fijación de nitrógeno en la paja, según los diferentes tratamientos.  
(Muestras todas desecadas en horno a 60 °C)

	g N/Kg ss paja			N-U fijado N.U. aplic.	U. residual U. aplicada
	N-urea aplicado	N en paja tratada	N-U fijado		
<u>PAJA DE CEBADA 1986</u>					
CT	--	5.1	--	--	--
CA	29.3	17.2	12.1	41.3	--
CU-1	28.9	28.0	22.9	79.2	51
CU-2	25.7	15.9	10.9	42.3	23
<u>PAJA DE TRIGO 1987</u>					
TT	--	4.2	--	--	--
TU-1	11.5	9.9	5.7	49.7	--
TU-V	26.7	18.2	14.0	52.5	24
TU-O	28.1	16.8	12.6	44.9	23
TU-I	27.6	11.6	7.4	26.7	8
<u>CAÑOTE DE MAIZ 1987</u>					
MT	--	6.8	--	--	--
MU	18.4	14.5	7.7	42.1	8
MUSU	21.5*	17.8	8.4	44.7	36
MUS-1	21.2	20.7	13.9	65.8	26
MUS-2	17.9	20.2	13.4	74.6	59

\* Se ha tenido en cuenta el N aportado por la soja.

## 2.2.- Químicos

El método más antiguo es el de Beckman, que hace un tratamiento de la paja con una solución de 1.5% de OHNa durante 3 días, lavandola enseguida con agua limpia.

Se consiguen aumentos en la digestibilidad, como los descritos en la literatura para el centeno, que pasa de 46 a 71%. Sin embargo, las pérdidas en el lavado pueden ser hasta de 15-20% de la MS y además los efluentes crean problemas de polución.

En los Países Nórdicos, surgió una modificación a este tratamiento, conocida como el tratamiento a seco y que consiste en la pulverización de una solución muy concentrada de OHNa, sobre la paja cortada y que permanece durante un determinado tiempo. No presenta problemas de polución y es tan eficaz como el método de Beckman, pero los equipos utilizados son caros, resultando el procedimiento poco económico. Recientemente se ha propuesto una modificación a este método, que consiste en mantener la paca de paja sumergida en una solución de 1.5% de OHNa durante 1/2 a 1 hora, dejar despues escurrir el excedente y almacenarla durante 4-5 días. Se consiguen mejoras en la digestibilidad de la MO que puede pasar de los valores normales de 45-50% a valores de 70-75%. No se verifican pérdidas de MS porque no hay lavado y los problemas de polución son mínimos.

Los tratamientos con amoníaco necesitan la colocación de las pacas en almiar cubiertos con plástico y

CUADRO 4. Digestibilidad "in vivo" y degradabilidad mediante celulasas.

	DIETA COMPLETA				PAJA SOLA		
	% CONC. DIETA	NA	PB	DSO	DSO IN VIVO (POR DIF.)	DSO IN SACCO (48 H)	DSO CELULASAS
<u>PAJA DE CEBADA 1986</u>							
CT	29.6	0.7	9.9	54.1	41.0	--	--
CA	26.3	1.3	12.3	64.7	55.3	--	--
CU-1	29.1	1.0	16.6	61.9	53.8	--	--
CU-2	27.2	1.0	11.8	61.9	52.7	--	--
<u>PAJA DE TRIGO 1987</u>							
TT	25.2	1.1	8.6	54.2	41.1	47.8	23.3
TU-1	32.1	1.0	10.2	59.3	45.7	--	--
TU-V	20.2	1.2	12.2	58.4	51.3	53.5	32.4
TU-O	22.1	1.1	12.1	57.3	49.5	53.9	32.3
TU-I	18.4	1.3	8.6	56.5	49.8	53.3	30.3
<u>CAÑOTE DE MAIZ 1987</u>							
MT	24.5	1.0	11.5	62.9	50.5	53.7	32.3
MU	24.5	1.1	10.5	61.6	54.3	59.9	35.4
MUSU	16.4	1.6	12.2	61.1	56.9	60.0	41.8
MUS-1	16.8	1.2	13.1	54.0	47.1*	57.8	--
MUS-2	16.3	1.2	13.7	56.7	50.1	54.6	--

\* Rehusado 7.3%, inferior al resto (14.6%) de cañotes.

CUADRO 5. Ingestión voluntaria de paja en los diferentes tratamientos.

	N.A. (DIETAS)	G. SS ING/KG <sup>0.75</sup>	G SOD IGN/KG <sup>0.75</sup>
<u>PAJA DE CEBADA 1986</u>			
CT	0.7	28.5	11.1
CA	1.3	43.0	22.7
CU-1	1.0	29.2	14.7
CU-2	1.2	34.5	16.9
<u>PAJA DE TRIGO 1987</u>			
TT	1.1	39.2	14.5
TU-1	1.0	38.8	15.8
TU-V	1.2	43.2	19.7
TU-O	1.3	46.1	20.6
TU-I	1.3	47.6	21.6
<u>CAÑOTE DE MAIZ 1987</u>			
MT	1.0	30.5	14.2
MU	1.1	33.4	16.5
MUSU	1.6	55.3	28.4
MUS-1	1.2	48.9	24.9*
MUS-2	1.2	43.5	24.1*

\* No comparables dentro del grupo, por realizarse ambos ensayos en época diferente.



**P o n e n c i a V <sup>(2)</sup>**

**SITUACION ACTUAL EN EL TRATAMIENTO DE PAJAS  
DE CEREALES**

**J. M. C. RAMALHO RIBEIRO (\*)**

(\*) Estação Zootécnica Nacional. Vale de Santarém. Portugal.





## SITUACION ACTUAL EN EL TRATAMIENTO DE PAJAS DE CEREALES

J.M.C. Ramalho Ribeiro.  
Estação Zootécnica Nacional.  
2000 Vale de Santarém. PORTUGAL.

### 1.- INTRODUCCION

En la medida en que la producción animal en la zona mediterránea se enfrenta con largos periodos de carencia de alimentos y porque hasta ahora no se han encontrado otras alternativas más rentables para la utilización de la paja, esta es y sigue siendo un alimento estratégico para los rumiantes, en especial los criados en sistemas extensivos.

Sin embargo, la paja es nutritivamente pobre y desequilibrada, por lo cual varios tratamientos han sido propuestos para mejorar su valor nutritivo.

### 2.- TRATAMIENTOS

#### 2.1.- Físicos

El simple picado o la molienda, seguidos o no de granulación, se han utilizado sin llegar a obtener resultados significativos en el aumento de la digestibilidad de las pajas. Muchas veces lo que se consigue es una disminución, provocada por el aumento del ritmo de paso a través del aparato digestivo. Con la hidrólisis a altas temperaturas y sobre-presión sí se han conseguido efectos positivos, pero de economía dudosa. (O cuestionable).

CUADRO 3. Composición química de la paja ofrecida a los animales.  
(Muestras todas desecadas en horno a 60 °C)

	(% BASE S. SECA)				
	CENIZA	PB	NDF	ADF	ADL
<u>PAJA DE CEBADA 1986</u>					
CT	4.9	3.2	--	--	--
CA	4.9	10.3	--	--	--
CU-1	5.3	16.1	--	--	--
CU-2	6.2	9.7	--	--	--
<u>PAJA DE TRIGO 1987</u>					
TT	8.5	2.6	79.5	53.3	9.5
TU-1	9.2	6.2	77.6	--	--
TU-V	11.3	11.4	74.3	50.7	8.4
TU-O	9.5	10.5	75.0	50.0	8.3
TU-I	9.1	7.2	76.6	51.8	8.3
<u>CAÑOTE DE MAIZ 1987</u>					
MT	7.8	4.2	76.5	43.8	7.0
MU	9.2	9.1	72.8	43.2	6.0
MUSU	8.8	11.1	71.6	41.4	5.7
MUS-1	9.0	12.9	74.65	--	--
MUS-2	9.7	12.6	71.55	--	--

de un sistema de distribución del gas. Normalmente se utiliza la concentración de 3% de amoníaco. Su efecto mejora con la temperatura, la humedad y el tiempo de tratamiento; sin embargo, el efecto sobre la digestibilidad es menor que los conseguidos con el OHNa. Aumentos de digestibilidad del orden de 10-12 unidades son frecuentes.

El amonio en solución acuosa (20-35%) puede ser utilizado, con la ventaja de que el transporte y su manipulación se pueden realizar a temperatura ambiente. Por otro lado si la paja está muy seca, la solución acuosa potencia el efecto del tratamiento como ya hemos referido.

Por último, nos gustaria hacer referencia a la urea que, en general, se utiliza en solución al 4-6% en rimas de pacas, como el amoníaco. Este tratamiento será discutido más en pormenor por el Drº X, Alibes.

### 3.- EVALUACION DE LOS EFECTOS DEL TRATAMIENTO

Hoy día está prácticamente demostrado que los tratamientos húmedos con OHNa son, desde el punto de vista nutritivo, los más efectivos.

El efecto de los tratamientos "secos" con OHNa y con amonio presentan resultados muy semejantes.

La urea parece haber sido la que ha demostrado menores aumentos del valor nutritivo; sin embargo, creemos que hay todavía bastante trabajo por realizar, en el

desarrollo y mejora de este método.

Es necesaria bastante prudencia en la manera como se evalúan los efectos del tratamiento de pajas, pues el aumento en digestibilidad es tan solo una de las facetas del problema, ya que los aumentos en ingestión pueden llevar por sí solos, a mejores eficacias productivas y parece estar demostrado hoy día que una adaptación lenta y progresiva puede llevar a los animales a grandes consumos de paja como alimento único.

El tratamiento con amoníaco o con urea, presenta también la ventaja de incluir un suplemento nitrogenado en la dieta, que debe ser tenido en cuenta, especialmente en aquellos casos en que el nitrógeno sea limitante.

#### 4.- LIMITACIONES, VENTAJAS Y FUTURO DE LOS TRATAMIENTOS

A pesar de adaptados los Rumiantes no son capaces de conseguir de la paja, como alimento único, una dieta de mantenimiento, pero mejorada en su valor nutritivo (tratamiento) y enriquecida con nitrógeno y algunos minerales críticos (Fósforo y Azufre p. ej.) puede llegar a asemejarse a un heno de mediana calidad.

El efecto del tratamiento se hace más evidente cuanto menor es la suplementación de la paja con concentrados.

Cuando la paja que se va a tratar o las hierbas que ésta traiga mezcladas, le den contenidos de azúcares >5%,

el tratamiento con amonio a temperaturas  $>70^{\circ}\text{C}$ , puede llevar a la formación de una sustancia tóxica, el 4-metilimidazol, que provoca hiperexcitabilidad en los animales y puede incluso acumularse en la carne o ser vehiculados (transportados) a través de la leche.

En lo que se refiere al futuro de la utilización de la paja y de la elección de los tratamientos, todo se resume a cuestiones de economía de mercado, de elección de alternativas y de política de precios de las materias primas. Hoy día, con los excedentes de cereales en Europa, la demanda de paja se ha visto reducida.

Abstrayendonos de estos factores, se deberá proseguir con el perfeccionamiento del método de tratamiento con urea, que desde mi punto de vista puede tener grandes posibilidades en las condiciones de los países del Mediterraneo y creer en las posibilidades de la biotecnología y de la ingeniería genética que podrán contribuir a la aparición de nuevos métodos de mejora del valor nutritivo de las pajas.

DIGESTIBILIDAD "IN VIVO" (%)

PAJA DE CEBADA

	M.O.	F.B.
PAJA NO TRATADA	52,4	50,6
PAJA NO TRATADA + UREA	52,0	60,8
PAJA TRATADA		
ORINA + SOJA (UREASA)	56,6	66,9
UREA	56,4	66,8
UREA + SOJA (UREASA)	59,0	71,0
NH3 (ANHIDRO)	67,8	79,0
NH3 (ACUOSO)	59,0	71,4
BECKMAN OHNA	75,7	83,5
HUMEDO OHNA	72,8	86,8
INMERSION OHNA	73,6	88,9
INMERSION OHNA + UREA	74,8	91,1
SECO OHNA	67,8	81,8
SECO OHNA + GRANUL.	64,7	74,9

WANAPAT et al (1985)

DIGESTIBILIDAD DE M.O (%)

DE PAJA

CALIDAD	TRATAMIENTO	TRIGO	CEBADA	AVENA
BUENA	SIN TRAT.	50,6	54,9	58,7
	TRATADA			
	NH3	62,5	61,8	66,3
	OHNA (INMERSION)	70,9	69,5	71,9
MALA	SIN TRAT.	46,2	50,7	56,0
	TRATADA			
	NH3	56,9	60,7	65,5
LLUVIA/SOL	OHNA (INMERSION)	69,5	69,9	70,9

KJOS et al (1987)



PAJA TRATADA EN LA ALIMENTACION DE BOVINOS

BOVINOS EN GENERAL	GANANCIAS MEDIAS DIARIAS
PAJA TRATADA - 100%	< 430g
50% + 50% CONCENTRADO	900 - 1000g
50% + 50% ENSILADO	600 - 700g
70-80% + 30-20% CONCENTRADO	600 - 700g
VACAS DE ALTA PROD. LECHERA	NIVEL MAXIMO
PAJA TRATADA	40%

in TINKER (1988)

VALOR DE LA PAJA Y GANANCIA MARGINAL MEDIA/ha PARA

UTILIZACION FINAL ALTERNATIVA DEL GRANO Y PAJA

	QUEMADA EN EL CAMPO	COMBUST.	PAPEL	ALIMENT. ANIMAL		
				S/TRAT.	TRAT. OHNa	CULT. TOTAL
VALOR DE LA PAJA (ECU/kgMS)	0,0050	0,0545	0,0314	0,0243	0,0529	0,1269
GANAN. MED. MARGINAL (ECU/ha)	575,9	548,8	574,8	539,3	544,3	691,2

Doyle et al (1987)

## 5.- BIBLIOGRAFIA

DOYLE, C.J., V.C. MASON e R.D. BAKER (1987) Biological wastes (in press)

KJOS, N.P., F. SUNDSTOL e M.I.McBURNEY (1987) The nutritive value of weather -damaged and good quality straw of barley, wheat and oat, untreated and treated with ammonia or sodium hydroxide- J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 57. 1-15

TINKER, P.B. (1987) - Agriculture - Straw as an energy source - Commission of the European Communities - Luxembourg.

WANAPAT, M., F. SUNDSTOL e T.H.GARMO (1985) - A comparison of alkali treatment methods to improve the nutritive value of straw, I - Digetibility and metabolizability.- Anim. Feed Sci. and Technol. 12: 295-309.

**P o n e n c i a V <sup>(3)</sup>**

**CONTROL DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN  
EL TRATAMIENTO DE PAJAS CON AMONIACO  
EN EL SUR DE ESPAÑA**

**A. GOMEZ CABRERA (\*)**

**J. L. GUZMAN GUERRERO (\*)**

**A. GARRIDO VARO (\*)**

**J. E. GUERRERO GINEL (\*)**



## CONTROL DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL TRATAMIENTO DE PAJAS CON AMONIACO EN EL SUR DE ESPAÑA

A. Gómez Cabrera, J.L. Guzmán Guerrero, Ana Garrido Varo y J.E. Guerrero Ginel.  
Dpto. Producción Animal. ETSIA. Apdo. 3048. 14080 Córdoba.

### INTRODUCCION

Como en cualquier otro avance tecnológico, en la mejora del valor alimenticio de los subproductos fibrosos mediante tratamientos químicos, cabe distinguir dos aspectos: por un lado, la obtención de información acerca de los factores que afectan al fenómeno estudiado y, por otro, la forma técnica en la que es posible aplicar los conocimientos adquiridos a nivel práctico, para conseguir la mejora del sistema productivo. Normalmente, en este segundo proceso, se produce una adecuación a unas determinadas condiciones de medio, por parte de los que trabajan inicialmente a nivel de la aplicación técnica, lo que supone una simplificación respecto al conjunto de factores que intervienen. Ello sugiere la conveniencia de controlar la eficacia de los resultados obtenidos al introducir esa técnica en cada medio y, en caso necesario, estudiar las condiciones óptimas de aplicación para las circunstancias particulares de ese medio.

La historia del tratamiento químico de las pajas de cereales con vistas a elevar su valor alimenticio, desarrollada durante este último siglo, ha presentado diversas alternativas (Jackson, 1977; Gómez Cabrera, 1979; Sundstol y Owen, 1984) pasando la atención prioritaria desde el

hidróxido sódico, al amoníaco, a la vez que también han ido modificándose las condiciones de aplicación de los correspondientes reactivos (remojo con o sin lavado posterior, semiremojo, spray, en el caso del hidróxido sódico, y amoníaco anhidro, hidróxido amónico, urea, en el caso del amoníaco).

En España, a la vista de los conocimientos alcanzados a nivel científico y de la experiencia práctica adquirida en otros países, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación consideró de interés la promoción del tratamiento con amoníaco anhidro, mediante la subvención del coste de aplicación de dicho producto (O.M. de 20/VII/83; BOE 28/7/83). Al tratarse de la introducción de una técnica desconocida a nivel práctico, a nivel de Andalucía se consideró oportuno el establecer un control de los resultados obtenidos, el cual llevamos a cabo colaborando con la Dirección General de Agricultura, Ganadería y Montes de la Junta de Andalucía. Los resultados y las conclusiones que se obtuvieron en dichos controles se recogen en el presente trabajo.

#### RESULTADOS EN LA PRIMERA CAMPAÑA DE PROMOCION (1984)

##### Método de trabajo

Las características del trabajo de control realizado y los resultados del mismo han sido publicados previamente (Gómez Cabrera y col. 1987). En la presente publicación recogemos unicamente un resumen de los resultados mas significativos, así como las conclusiones del mismo.

El trabajo fué realizado en colaboración entre la Dirección General de Agricultura, Ganadería y Montes de la Junta de Andalucía y la antigua Cátedra de Alimentación Animal de la ETSIA de la Universidad de Córdoba. Consistió en la recogida y análisis de muestras de paja, antes y después del tratamiento con amoníaco, procedentes de 35 explotaciones, así como datos, obtenidos mediante encuesta, acerca del coste de realización y del resultado de la utilización de la paja tratada.

El coste del tratamiento fué irregular, como consecuencia de la diversidad de condiciones en las que se realizó. Consta de tres conceptos: lámina de plástico, mano de obra y amoníaco. Según los datos recogidos y considerando un tratamiento al 3,0% de amoníaco, el coste medio del tratamiento para almiar de unos 20.000 Kg de paja, sería:

$$P \text{ (pts/Kg paja)} = 0,020 \times A + 0,0019 \times B + 0,03 \times C$$

siendo,  $A = \text{pts/m}^2$  plástico.

$B = \text{pts/hora}$  trabajo.

$C = \text{pts/Kg}$  amoníaco.

Dicho coste disminuiría para almiar de mayor tamaño y aumentaría en los de menor tamaño. Por otra parte, en el caso de la mano de obra, para la consideración del gasto, habría que tener en cuenta si se trata de mano de obra asalariada o propia, y si esta es excedentaria o no y, sobretodo, si el almiar debería hacerse aún en el caso de no realizar el tratamiento, como medio de almacenar la paja.



En relación al efecto del tratamiento sobre las características nutritivas de la paja, del análisis de los 35 tratamientos controlados, se desprendía que los factores mas importantes estuvieron relacionados, por un lado, con la adición o nó de agua a la paja antes del tratamiento y, por otro, con la calidad inicial de la paja.

Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos con adición de agua (5-10%, mejor que grandes cantidades, 35-40%) superando en mas de un 50% el efecto de mejora de la digestibilidad en relación a los tratamientos sin adición de agua. Por otra parte, dicha mejora fué tanto mayor cuanto de peor calidad era la paja original, siendo la regresión obtenida entre el incremento de la digestibilidad y la digestibilidad inicial la siguiente:

$$\text{Dig.} = 59,9047 - 0,9828 \text{ Dig.i} \quad (n=28; r=0,84; S_o^2=7,99)$$

No hubo efecto significativo sobre la digestibilidad al tratar simultaneamente con unos fermentos comerciales (MEGA) cuyas características nos son desconocidas. En todo caso, se producía una menor retención de nitrógeno, similar a la alcanzada en los tratamientos sin adición de agua, como consecuencia, en este caso, del exceso de agua añadida a la paja (35-40%).

No existió correlación significativa entre el efecto a nivel de proteína y a nivel de digestibilidad, lo que hubiera facilitado la medida de este último parámetro, que

es el que define en mayor medida el valor nutritivo del producto, a partir del primero, que es de mas facil determinación. Por otra parte, ello implica que la fijación de nitrógeno y la mejora de la digestibilidad no son efectos simultáneos.

A nivel de utilización los ganaderos señalaron una buena aceptación por todas las especies (vacuno leche y carne, ovino y caprino) si bien hubo, en algún caso, rechazos iniciales por falta de aireación de la paja antes de darla al ganado. El consumo voluntario se incrementó de forma notable y, en el caso del vacuno lechero, aumentó el porcentaje de grasa en la leche al sustituir la paja por paja tratada como único cambio en la ración, disminuyendo a la vez algunos problemas digestivos de las vacas.

Como conclusión del trabajo se recomendaba el estudiar en datalle algunos puntos de interés: el tipo de plástico a emplear, la cantidad de agua a añadir y la forma de distribuirla y, sobretodo, el porcentaje de amoníaco y el tiempo de tratamiento para cada época de realización. Asimismo se recomendaba profundizar en el estudio de las condiciones de utilización, en función de las características de las explotaciones suceptibles de emplearla y realizar la divulgación de los resultados obtenidos, para evitar defectos como el relacionado con la no adición de agua o la realización de tratamientos costosos (fermentos MEGA) cuyos resultados no estaban justificados.

CARACTERISTICAS DE LA CAMPAÑA DE TRATAMIENTO DE 1986:  
CASOS DE INTOXICACION.

Ante las noticias surgidas sobre la existencia de casos de intoxicación al utilizar pajas tratadas durante el verano de 1986, se procedió a la recogida de información que permitiera delimitar las características y las circunstancias en las que se producía. Para ello, por parte de la D.G.A.G.M. de la Junta de Andalucía, se dirigió una nueva encuesta a las 150 explotaciones que habían realizado el tratamiento subvencionado en Andalucía, recibándose un total de 60, contestadas en mayor o menor grado. A la vez se recogió la información de 7 tratamientos realizados a Extremadura y controlados por la D.G.I.E.C.A. de la Junta de Extremadura. Los resultados obtenidos sirven para apreciar las dificultades de introducción de la técnica, a la vez que para delimitar las condiciones en las que se produjo la intoxicación y las características de la misma.

Del informe emitido (Gómez Cabrera, 1987) recogemos los siguientes datos:

Provincia donde se realizó el tratamiento objeto de encuesta.

Córdoba = 40 ; Sevilla = 9 ; Huelva = 8 ; Cádiz = 3  
Cáceres = 6 ; Badajoz = 1

Tipo de paja tratada.

(Algunas explotaciones hicieron varios tratamientos)

Trigo solo = 29 ; Cebada sola = 22 ; Avena sola = 7 ;  
Triticale solo = 1 ; Tremosilla sola = 1 ; Cebada y Avena

= 5 ; Cebada y Trigo = 3 ; Trigo y Avena = 1 ; Trigo,  
Triticale y Avena = 1 ; NS/NC = 3

Kilos de paja tratados en la explotación.

10.000 - 49.999 = 26 (41%)  
50.000 - 100.000 = 23 (36%)  
> 100.000 = 15 (23%)

Mes de cierre del almiar.

Julio = 25 (37%)  
Agosto = 30 (45%)  
Septiembre = 11 (16%)  
Octubre = 1 (2%)

Días desde el cierre hasta el tratamiento.

0 días = 2 (3%)      4 días = 1 (2%)      NS/NC = 16 (25%)  
1 " = 8 (12%)      6 " = 2 (3%)  
2 " = 12 (18%)      7-15 " = 12 (18%)  
3 " = 7 (11%)      >15 " = 5 (8%)

Adición de agua a la paja.

No = 14 (21%)  
Si = 53 (79%)

¿Cómo? Por capas=23(43%);Por encima=6(11%);Inyectada=3(6%)  
Por capas y por encima=3(6%);NS/NC=18(34%)

¿Cuanta?      0 - 2,9 % = 2 (4%)      16 - 24,9 % = 3 (6%)  
                  3 - 5,9 " = 8 (17%)      25 - 39,9 " = 8 (16%)  
                  6 - 9,9 " = 11 (23%)      40 - 50,0 " = 4 (8%)  
                  10 - 15,9 " = 10 (21%)      NS/NC = 3 (6%)

Tratamientos simultaneos.

Con fermentos = 22 (32%)  
Ninguno = 42 (62%)  
NS/NC = 4 (6%)

Días desde el tratamiento a la apertura.

15 - 29 = 2 (3%)  
30 - 59 = 33 (54%)  
60 - 90 = 15 (25%)  
> 90 = 6 (11%)  
NS/NC = 4 (7%)

Análisis de la paja tratada.

(No se realizó ningún análisis previo sobre la calidad inicial de la paja, que pudiese orientar sobre el interés del tratamiento).

Si = 10 (15%) (PB = 6,5 - 18,9 %)  
No = 57 (85%)

Homogeneidad del tratamiento (Color de la paja).

Totalmente homogéneo = 32 (46 %)  
Centro distinto de los bordes = 34 (49 %)  
NS/NC = 3 (5 %)

Humedad de la paja.

Húmeda = 26 (39 %)  
Un poco = 15 (22 %)  
No = 24 (36 %)  
NS/NC = 2 (3 %)

Aireación de la paja antes de darla al ganado.

Si = 54 (82%) -- ¿Días? <1 día = 3 (6%) >2 días = 26 (48%)  
No = 9 (14%) 1 " = 11 (20%) NS/NC = 5 (9%)  
NS/NC = 3 (4%) 2 " = 9 (17%)

Tipo de ganado al que se suministró.

Vacuno = 55 (62%) -- Lechero=15(27%);adultos=11(73%);recria=4(27%)  
Carne =23(42%);adultos=19(83%);recria=4(17%)  
NS/NC =17(31%)

Ovino = 32 (36%) -- :adultos=13(41%);corderos=1(3%);NS/NC=18(56%)

Caprino = 2 (2%)

Tipo de dieta.

Paja sola = 18 (24 %)  
Paja y concentrado = 9 (13 %)  
Paja y otros forrajes = 4 (5 %)  
Paja, otros forrajes y concentrado = 23 (31 %)  
NS/NC = 20 (27 %)

Adición de corrector minerovitamínico.

Si = 41 (62%) (bolas de sal=7; en el concentrado=3;NS/NC=31)  
No = 22 (33%)  
NS/NC = 3 (5%)

Presentación de problemas.

Si = 21 (31%) (mas adelante se señalan sus características)  
No = 46 (68%)  
NS/NC = 1 (1%)

### Considera satisfactorio el tratamiento.

Si = 50 (76%)  
No = 7 (11%)  
NS/NC = 9 (13%)

### Sugerencias o preguntas realizadas.

Tres ganaderos sugerían la publicación de un folleto simple sobre normas de actuación. Dicha necesidad la expresaban también, indirectamente, los ganaderos a través de sus preguntas, lo que supone que no quedó cubierta con la divulgación realizada el primer año.

La sugerencia realizada directamente por un mayor número de ganaderos (10 de ellos) fué la de conocer con suficiente antelación la fecha de aplicación del amoníaco, debido al problema de adición de agua a la paja. Por otra parte, se señalaba la dificultad de alcanzar los 100.000 Kg de paja para poder realizar el tratamiento. Ambos problemas están relacionados con la organización desarrollada a través del sistema de subvención y podrían ser corregidos mediante acuerdos directos entre las asociaciones de ganaderos y las empresas distribuidoras del amoníaco.

Las preguntas se referían básicamente a dos temas: condiciones de realización del tratamiento y aspectos relacionados con la utilización de la paja. Las recogemos como reflejo de las inquietudes que tenían los ganaderos usuarios.

### Condiciones de realización del tratamiento

Preguntas: 1. ¿Dónde situar el almiar?  
2. ¿Es posible hacerlo en un henil cerrado?  
3. ¿Debe añadirse agua y cuanta?  
4. ¿Cuál es el nivel de amoniaco adecuado?

5. ¿Cómo obtener un tratamiento homogéneo?
6. ¿Cuál debe ser la duración del tratamiento?
7. ¿Es conveniente hacer algún tratamiento simultáneo?

Aspectos relacionados con la utilización

- Preguntas:
1. ¿Cuál debe ser el tiempo de aireación?
  2. ¿Cuáles deben ser las dosis máximas por animal y día?
  3. ¿Cuáles son los motivos de la intoxicación?  
¿Los ataques de locura se deben a la paja?
  4. ¿Qué tipos y cantidades de correctores deben utilizarse?
  5. ¿Dónde analizar la paja tratada?

En las respuestas que se daban en el informe antes aludido, se hacía incapié en la dificultad de contestar a alguna de las preguntas planteadas, en base a los conocimientos existentes, así como en la necesidad de realizar algunas comprobaciones para facilitar las respuestas a las circunstancias específicas de cada caso.

Se señalaba la necesidad de estanqueidad y el peligro de las fugas de gas; la conveniencia de la adición de agua y la duda respecto a la cantidad exacta; la necesidad de comprobar el nivel óptimo de amoníaco para sus circunstancias; la relación entre la distribución del agua y la homogeneidad del tratamiento; la necesidad de comprobar el efecto de la prolongación del tratamiento y la inconveniencia de la realización de tratamientos simultáneos con los "fermentos" utilizados, siendo, en cambio, conveniente estudiar la posibilidad de añadir con el agua el corrector mineral necesario. A nivel de la utilización de la paja se indicaba la necesidad de airearla hasta la ausencia de olor a amoníaco; la prevención existente, en ese momento, respecto a la utilización de las pajas tratadas en la

alimentación de animales productores de leche y la conveniencia de no superar el 50% en la dieta del resto de los animales, como consecuencia de los casos de intoxicación ocurridos. No obstante, la reserva de uso solo nos parece que deba mantenerse para las circunstancias que, como veremos mas adelante, sea posible la presencia de compuestos tóxicos, distintos al amoníaco en sí mismo. En el resto se trata de un problema de equilibrio de los nutrientes a suministrar en cada caso, lo que afecta igualmente al tipo de corrector a suministrar. Asimismo se señalaba la dificultad de analizar correctamente la paja, ya que los parámetros clásicos no orientan sobre el efecto de la mejora, y la conveniencia de buscar soluciones apropiadas.

Características de la intoxicación.

Localización. (21 explotaciones)

Badajoz = 1 caso	Huelva = 3 casos
Cáceres = 4 "	Sevilla = 3 "
Córdoba = 10 "	

Tipo de paja tratada.

Trigo = 48%	Triticale = 3%
Cebada = 26%	Altramuz = 3%
Avena = 20%	

Adición de agua.

No = 33%			
Si = 62%	-----	¿Cuanta? =	0 - 5 % agua = 18 %
NS/NC = 5%			10 - 15 " " = 45 "
			25 " " = 10 "
			35 " " = 27 "

Fecha de tratamiento.

Julio = 24 %
Agosto = 38 "
Septiembre = 33 "
NS/NC = 5 "



#### Hora de tratamiento.

10 h.(a.m.) a 15 h.(p.m.) = 71 %  
15 h.(p.m.) a 20 h.(p.m.) = 10 "  
NS/NC = 19 "

#### Tiempo de ventilación.

< 1 día = 5 %  
1 " = 24 "  
2 - 5 " = 38 "  
NS/NC = 33 "

#### Especie animal.

Vacuno leche = 23 %  
Vacuno carne = 41 "  
Ovino = 36 "

#### Tipo de ración.

Solo paja = 25 %  
Paja y concentrado = 6 "  
Paja y otros forrajes = 25 "  
Paja, otros forrajes y concentrado = 44 "

#### Síntomas de la intoxicación.

- Disnea.
- Salivación abundante.
- Excitación y convulsiones.
- Estampidas, saltos y choques contra otros animales y cercas.
- Movimiento en círculos y caídas.
- Parpadeo rápido y pérdida de visión.
- Rigidez de miembros e incapacidad para levantarse.
- Defecación frecuente (diarrea).
- La presentación de síntomas se intercala con fases de normalidad.
- Se produjeron muertes de animales vacunos y ovinos adultos, así como de animales jóvenes alimentados únicamente con leche de sus madres, existiendo también algunos abortos. Se producían lesiones en riñón, hígado e intestinos.
- Los efectos no se manifestaron hasta varios días después de iniciado el consumo de la paja tratada, afectando solo a algunos animales del rebaño.

En relación a las características de la intoxicación ocurrida en el sur de España, se han publicado diversos análisis (Membrillo y col., 1987; Pérez-Lanzac y col., 1987; Gómez Cabrera y col., 1987) en los que señala-

ban como posibles causas el exceso de amoníaco o la formación de compuestos tóxicos, entre ellos el 4-metilimidazol, como consecuencia de la reacción del amoníaco con determinados compuestos de la paja. En este sentido, Membrillo y col. (1989) presentan, en esta misma Reunión, nuevos resultados en relación a este tema.

Van Soest (1983 ) señala la formación de imidazoles como productos intermediarios de las reacciones de Maillard, entre compuestos nitrogenados y azúcares, que podrían explicar las causas del fenómeno y el papel jugado por los diferentes factores concurrentes. A su vez, Perdok y Leng (1987) han realizado un estudio bastante amplio en el que comprueban el efecto de diversos factores en la incidencia de la intoxicación y del que se desprende la necesaria concurrencia de una determinada calidad de la paja, que presente un sustrato adecuado de hidratos de carbono, y unas altas temperaturas durante el tratamiento. El amoníaco anhidro, seguramente por la disponibilidad inmediata del amoníaco, sería más favorable a la formación de los compuestos tóxicos, que la urea. Asimismo, cuanto mayor cantidad de paja afectada ingiera el animal, mayor serán las posibilidades de intoxicación.

En nuestra opinión, la existencia de altas temperaturas en los tratamientos de los almiar debe producirse al introducir el amoníaco. Así, la elevación de la temperatura en el interior del almiar, como consecuencia de las reacciones químicas que se producen, se vería reforzada y prolongada por el calor ambiental, favoreciendo las reac-

ciones de Maillard antes aludidas.

Conviene llamar la atención, al igual que hacen otros autores (Perdok, 1985; Essig, 1986) en el problema que representa el que el tóxico o tóxicos se eliminen por la leche, de forma que, en casos extremos, pueda afectar a los humanos que la consumen y particularmente a los niños.

Como consecuencia de estos resultados el Ministerio de Agricultura dictó una serie de normas para las sucesivas campañas de tratamientos, entre las que cabe señalar, la reducción del nivel de amoníaco al 3% y la realización de los tratamientos veraniegos fuera de las horas de mayor calor.

Sigue pareciendo evidente, no obstante, la necesidad de aquilatar experimentalmente las condiciones óptimas de aplicación de la técnica a las circunstancias específicas concurrentes en el clima cálido mediterráneo, así como la de informar convenientemente a los técnicos responsables y, en última instancia a los ganaderos, de las normas que deben seguir en el tratamiento y en la utilización de la paja tratada.

Otro aspecto que necesita ser mejorado es el de la valoración de las pajas antes y después del tratamiento. En el primer caso para decidir sobre el interés de dicho tratamiento y en el segundo para establecer las condiciones de uso o fijar su precio de venta. La valoración es compleja, como indicábamos anteriormente y, por otra parte, debe ser rápida, por lo que se están comprobando en

nuestro laboratorio las técnicas de refractancia en el infrarrojo cercano (NIR) como vía de solución.

La innovación tecnológica requiere una adecuada conexión entre los ganaderos y los técnicos que les asesoren, ya sean privados o de los servicios públicos y de estos con los centros de investigación. Esta conexión debe ser intensa en los primeros tiempos de puesta a punto de cualquier nueva tecnología, con un programa que vaya reduciéndose en intensidad a medida que se vayan alcanzando los objetivos de producción deseados, pero que mantenga una estructura abierta para actuar ante cualquier eventualidad. Así, se podría volver a relanzar el tema como resultado de la puesta a punto de nuevas técnicas de aplicación, como las que exponen Alibés y col. (1989) en esta misma sesión.

#### BIBLIOGRAFIA

Alibés, X., Muñoz, F. y Joy, M. (1989) Aspectos tecnológicos del tratamiento de paja de cereales con urea. Datos preliminares. Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal III.

Essig, H.W. (1986) Potential toxicity of ammoniated forages. J. Anim. Sci. 63 Supl.1: 77-78.

Gómez Cabrera, A. (1979) Mejora del valor alimenticio de subproductos agrícolas. Comunicaciones INIA Ser. Prod. Animal n°4, 63 pp.

Gómez Cabrera, A. (1987) Resultados de la encuesta realizada sobre la campaña de tratamiento de paja con amoníaco en 1986. Informe a la D.G.A.G.M. de la Junta de Andalucía. 6pp.

Gómez Cabrera, A., Garrido Varo, Ana, Membrillo Moreno, J., Muñoz Bautista, A. y Alvarez garcía, E. (1987) Results obtained from straw treated with ammonia in Southern Spain. Wokshop CEE, COST 84 bis, INRA Theix, Francia.

Jackson, M.G. (1977) Review article: The alkali treatment of straws. Anim. Feed. Sci. Technol., 2:105-130.

Membrillo, J., Muñoz, A. y Alvarez, E. (1987) Tratamiento de pajas de cereales con amoníaco anhidro y utilización en alimentación animal. Resultados obtenidos y problemática que se ha presentado en la Comunidad Autónoma de Extremadura en las campañas 1984-85 y 1986-87. D.G.I.E.C.A., Junta de Extremadura. Badajoz. 94 pp.

Membrillo, J., Muñoz, A., Alvarez, E., Faraldo, M.A., García, F., Gonzalez, J.D., Rincón, A. (1989) Toxicosis en rumiantes alimentados con dietas que contienen pajas de cereales tratadas con NH<sub>3</sub> anhidro. Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal III.

Perdock, H.B. Ammoniation sometimes produces danguerous feed. En Recent Advances in Animal Nutrition in Australia. Cumming R.B. (ed), University of New England Pub. Un., Armidale.

Perdock, H.B. y Leng, R.A. (1987) Hiperexcitability in cattle fed ammoniated roughages Anim. Feed Sci. Technol., 17:121-143.

Perez-Lanzac, J., Gonzalez, J.M. y de la Cámara, S. (1987) Primer informe sobre un caso de intoxicación bovina con paja tratada con amoníaco ITEA Extr. 7: 195-197.

Sundstol, F. and Owen, E. (1984) Straw and other fibrous by-products as feed. Develpments in Animal and Veterinary Sciences, 14. Elsevier. Amsterdam, 604 pp.

Van Soest, P.J. (1983) Nutritional Ecology of Ruminant. p.114-117, O&B Books, Inc., Corvallis, Oregón.



## COMUNICACIONES A LAS PONENCIAS V





CAPACIDAD DE INGESTION DE PAJA TRATADA CON AMONIACO EN OVEJAS (RASA ARAGONESA, RA) DESPUES DEL DESTETE. RELACION ENTRE LA PAJA Y EL CONCENTRADO CONSUMIDOS. (RESULTADOS PRELIMINARES)

A. Purroy, Carmen Jaime, F. Muñoz, X. Alibes.  
Con la colaboración técnica de: E. Morago, F. Lahoz  
SIA-DGA Apartado 727. 50.080 ZARAGOZA

RESUMEN

El estado de carnes de las ovejas recién destetadas suele ser precario y lo es tanto más cuanto menor haya sido la ingestión de alimento y mayor la producción de leche. Por lo general, disponen de poco tiempo con alimentación escasa y de pobre calidad para recuperar una parte de sus reservas corporales, que les permita afrontar con éxito la siguiente cubrición.

Se han distribuido 36 ovejas RA recién destetadas (2 corderos/oveja) en 4 lotes (9 animales/lote) a las que se les suministró 0, 200, 400 y 600 g de cebada/cabeza y día (L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>), permitiéndoles el acceso directo a paja de cebada tratada con NH<sub>3</sub>. Los animales se alojaron en cajas individuales con el fin de medir la ingestión de alimento de cada una de ellas. Periódicamente, se pesaron las ovejas (7 días), se determinó la nota de condición corporal (15 días) y se extrajo sangre para análisis de AGNE y urea (15 días).

De la comparación de los lotes L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> y L<sub>3</sub> se desprende que las ganancias de PV y CC del L<sub>1</sub> fueron

significativamente inferiores a las de L2 y L3. Los consumos de paja (g/d) de L1 y L2 fueron iguales entre sí y superiores a los de L3 ( $P < 0,01$ ); cuando el consumo se refirió al PV<sup>0,75</sup> las diferencias fueron altamente significativas ( $P < 0,001$ ).

La relación de paja/concentrado se redujo a la mitad a medida que se elevó al doble la cantidad de cebada ofrecida: 4,02; 2,05 y 1,01 para los lotes L1, L2 y L3 ( $P < 0,001$ ).

La capacidad máxima de ingestión voluntaria de paja tratada con NH<sub>3</sub> fue de 60,36; 56,31; 51,31 y 40,11 g/Kg PV<sup>0,75</sup> respectivamente, para los lotes L0, L1, L2 y L3.

EFEECTO DEL TRATAMIENTO CON AMONIACO Y DE LA SUPLEMENTACION  
CON CEBADA SOBRE LA DEGRADACION EN EL RUMEN DE LA PAJA

Fondevila, M.; Castrillo, C.; Gasa, J.; Balcells, J. y Guada, J.A.  
Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos.  
Facultad de Veterinaria. Univ. de Zaragoza.  
c/Miguel Servet, 177. ZARAGOZA 50013

INTRODUCCION

La inclusión de paja de cereales en dietas para rumiantes está ampliamente generalizada, a pesar de su baja digestibilidad y contenido en nitrógeno. El tratamiento químico con amoníaco supone una mejora en ambos aspectos (Sundstol y Coxworth, 1984), aunque para cubrir las necesidades de los animales es necesaria su suplementación. El presente trabajo estudia en qué medida la dinámica de degradación ruminal de la paja puede verse modificada por el tratamiento con amoníaco y el aporte de distintos niveles de cebada.

MATERIAL Y METODOS

Se dispuso de 8 ovejas provistas de cánula ruminal, distribuidas en dos grupos de 4, en un diseño en doble cuadrado latino. Cada uno recibió "ad libitum" paja de cebada tratada con 30 g. de amoníaco anhidro por kg. (T), o la misma paja sin tratar (S), complementada con urea para alcanzar un mismo aporte de nitrógeno. Ambas pajas se suplementaron con 4 niveles de cebada triturada (0, 200, 400 y 600 g/d), equivalentes a 0, 11.7, 23.4 y 35.1 g/Kg

PV<sup>0.75</sup>. La cebada, junto con 15 g. de complemento vitamínico mineral, se ofreció en una toma diaria, a las 9 de la mañana.

Se incubaron de 2 a 2.5 g. de muestra de cada paja por bolsa, molidas a un tamaño máximo de 3 mm de diámetro. Las bolsas empleadas, de aproximadamente 45µ. de diámetro de poro, se introdujeron inmediatamente antes de la distribución del alimento y se extrajeron a los 3, 6, 9, 15, 24, 48, 72 y 96 h. de incubación. Seguidamente fueron lavadas en una lavadora semiautomática con flujo continuo de agua, escurridas y secadas en estufa a 60°C durante 48 h. La fracción soluble de ambas pajas (a<sub>0</sub>) se obtuvo siguiendo el mismo proceso, pero sin incubación previa.

Finalizado el periodo de incubación, se midió el pH del líquido ruminal a partir de muestras tomadas a las 0, 1, 2, 4, 6, 8, 12, 18 y 24 horas después de la distribución del alimento.

El ritmo fraccional de degradación ("c") y la degradación máxima ("a + b") se obtuvieron ajustando las curvas de degradabilidad al modelo de Ørskov y McDonald (1979):  $p = a + b(1 - e^{-ct})$ . El tiempo de colonización ("t<sub>0</sub>") se calculó según el método de McDonald (1981).

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los valores medios de las constantes de degradación y el pH del líquido ruminal.

El tratamiento con amoníaco no afectó al ritmo de degradación (c) de la paja, mientras que la máxima degradabilidad potencial (a+b) aumentó significativamente. Así mismo, la solubilidad inicial (a<sub>0</sub>) aumentó significativamente ( $p < 0.005$ ) con el tratamiento (16.38 y 10.32%; e.s. = 0.003) y el tiempo de colonización (t<sub>0</sub>) disminuyó.

El ritmo de degradación disminuyó linealmente con la inclusión de cebada ( $r = 0.719$ ), pero ni la degradabilidad potencial (a + b) ni el tiempo de colonización se vieron afectados.

Tanto el valor mínimo del pH del líquido ruminal como el área de descenso de éste por debajo de un valor de 6.0, disminuyeron linealmente con el nivel de suplementación ( $r = 0.876$  y  $r = 0.749$ , respectivamente). Sin embargo, el tratamiento de la paja afectó únicamente al área de descenso de pH por debajo de un valor de 6.0.

#### DISCUSION

El tratamiento de la paja con amoníaco no modificó el ritmo de degradación ("c"), pero determinó una mayor desaparición potencial de MS en el rumen, debido probablemente al efecto químico del álcali sobre el complejo lignina-hemicelulosa (Chesson y Ørskov, 1984). Este efecto no sólo se vio reflejado en un aumento de la fracción soluble ("a<sub>0</sub>"), sino que posiblemente facilitó el acceso de los microorganismos a la fracción no soluble y poten-

cialmente degradable, acortando el tiempo de colonización ("t<sub>0</sub>").

Por otra parte, el descenso significativo de "c" provocado por la administración de niveles crecientes de cebada vendría explicado, al menos en parte, por el descenso de pH y su influencia sobre la actividad microbiana (Istasse y Ørskov, 1983). El ritmo fraccional de degradación ("c") parece más dependiente del pH mínimo ( $r = 0,589$ ) que del tiempo durante el cual el pH se mantuvo por debajo de un valor depresor de la flora ( $r$  entre "c" y área de pH por debajo de 6.0 = 0.530). A pesar del valor moderado de la correlación entre "c" y el pH mínimo, la regresión intra-animal entre estos parámetros debida exclusivamente al efecto nivel resultó ser de 0.919, lo que indica que, independientemente del tipo de paja, la evolución de "c" está determinada fundamentalmente por el descenso de pH, lo que no excluye la influencia de otros factores relacionados con la fermentación ruminal que pudieran contribuir a explicar parte de la variación observada.

#### RECONOCIMIENTO

El presente trabajo ha sido realizado con cargo al Proyecto CICYT PA86-99-CO2.

## BIBLIOGRAFIA

- Chesson, A. y Ørskov, E.R. (1984). "Microbial degradation in the digestive tract". In: Straw and other fibrous by-products as feed. Ed. F. Sundstøl y E. Owen. Elsevier. 305-339.
- Istasse, L. y Ørskov, E.R. (1983). "The correlation between extent of pH depression and degradability of washed hay in sheep given hay and concentrate". Proc. Nutr. Soc., 42; 32 A.
- McDonald, I. (1981). "A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen". J. Agric. Sci. Camb., 96; 251-252.
- Ørskov, E.R. y McDonald, I. (1979). "The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage". J. Agric. Sci. Camb., 92; 499-503.
- Substøl, F. y Coxworth, E.M. (1984). "Ammonia treatment". In: Straw and other fibrous by-products as feed. Ed. F. Sundstøl y E. Owen. Elsevier. 305-339.



TABLA 1: Valores medios de las constantes de degradación y del pH del líquido ruminal

PARAMETRO	PAJA	NIVELES DE SUPLEM.				RSD	SIGNIFICA.	
		N 0	N 1	N 2	N 3		PAJA	NIVEL
"c"	T	0.045	0.046	0.028	0.029	0.0080	NS	***
	S	0.046	0.036	0.032	0.025			
		a(1)	a	b	b			
"a + b"	T	75.00	74.02	75.21	68.94	4.156	***	NS
	S	60.79	64.23	63.84	65.66			
"(a+b)-a0"	T	58.62	57.64	58.83	52.56	4.156	*	NS
	S	50.48	53.92	53.53	55.35			
"t0"	T	0.69	1.37	0.24	0.05	0.812	***	NS
	S	1.73	1.55	2.01	1.97			
pH mínimo	T	6.38	5.93	5.59	5.33	0.198	NS	***
	S	6.23	6.03	5.83	5.39			
		a	b	c	d			
area pH<6	T	-129.5	-46.8	-15.2	+17.7	32.051	*	***
	S	-105.3	-77.4	-60.9	-27.3			
		c	b	ab	a			

(1): Letras diferentes indican diferencias significativas para medias de niveles de ambas pajas (n=8).

TOXICOSIS EN RUMIANTES ALIMENTADOS CON DIETAS QUE CONTIENEN PAJAS DE CEREALES TRATADAS CON NH<sub>3</sub> ANHIDRO

J. Membrillo Moreno(1), A. Muñoz Bautista(1), E. Alvarez García(1), M.A. Faraldo(2), F. Garcia Leon(3), J.D. Gonzalez Montero(1), A. Rincon Velazquez(3).

- 1.- Servicio de Experimentación y Apoyo Tecnológico.  
Junta de Extremadura.
- 2.- Dpto. Bioquímica y Biología Molecular y Genética.  
Universidad de Extremadura.
- 3.- Servicio de Extensión y Capacitación Agrarias.  
Junta de Extremadura.

RESUMEN

De los once trabajos de tipo experimental desarrollados en la Comunidad Autónoma de Extremadura durante los años 1.984, 1.986 y 1.987 sobre pajas tratadas con NH<sub>3</sub> anhidro y su utilización en alimentación de rumiantes, se ha detectado toxicosis en seis de ellos.

Según el conjunto de datos y observaciones que aparecen en este estudio, dichos casos de toxicidad pueden estar ligados a la formación de sustancias de carácter tóxico, entre las que se encuentran los Metil-Imidazoles. Estos compuestos químicos han sido determinados en muestras de paja tratadas con NH<sub>3</sub> anhidro relacionadas con la toxicidad donde llegan a presentarse en cantidades comprendidas entre 3,5 y 55,4 p.p.m.

La toxicidad es observada tanto en pajas de trigo como de avena o cebada y con dosis de NH<sub>3</sub> comprendidas entre 2,5 y 3,7 %. Parece también claro que hay una relación entre toxicidad y temperatura ambiente, durante el tratamiento, superior a 34º C.

## INTRODUCCION

Aunque el interés económico de la revalorización de subproductos agroindustriales, en cuanto a su utilización en alimentación animal, comienza casi con este siglo, es en la década de los años 70, cuando se empieza a trabajar sobre la aplicación de álcalis a residuos de cosechas. Entre estos álcalis, se encuentra el  $\text{NH}_3$ , que puede ser utilizado bajo diferentes formas y tecnologías con buenos resultados (Jackson, 1978; Cordesse, 1981). En el año 1983, el Ministerio de Agricultura de nuestro país, intenta promocionar esta técnica, subvencionando su utilización por los ganaderos.

Se ha difundido grandemente el tratamiento de pajas de cereales con  $\text{NH}_3$  anhidro, sobre todo en determinadas CC.AA. españolas, sin que hasta 1986 se tenga noticias de la presencia de casos de intoxicación de animales que consumían en su dieta este tipo de alimento (ADG, 1982; Agorreta, 1986; Alibes et al, 1984; Eraso et al, 1984).

En este año se detectan por el Servicio de Experimentación y Apoyo Tecnológico de la Junta de Extremadura 3 casos en otras tantas explotaciones ganaderas, mediante las cuales y con su colaboración estábamos trabajando para poner a punto y divulgar esta tecnología. Igualmente la E.T.S.I.A. de Córdoba, a través de la Cátedra de Alimentación Animal, conoce la existencia de otros casos similares en Andalucía.

Se han observado también casos de intoxicación en

otros países, principalmente de Europa, USA y Australia, (Loosli, 1969; Morgan et al, 1986; Nishie et al, 1969; Ray et al, 1984; Weiss et al, 1986), habiendo en algunos casos indicios y en otros comprobación clara de que son debidos a la formación de sustancias tóxicas en el tratamiento de pajas y henos con NH<sub>3</sub> anhidro. Parece clara la relación de este hecho con factores como temperatura ambiente, contenido en azúcares solubles del material original, dosis de NH<sub>3</sub> utilizada, etc.

En este trabajo pretendemos exponer los resultados de observaciones y determinaciones llevadas a cabo sobre experiencias de pajas de cereales tratadas con NH<sub>3</sub> anhidro, realizadas en Extremadura, con el objetivo de dar a conocer la técnica y en las que, en algunos casos, se presentaron diversos problemas de toxicidad al utilizarlas en dietas alimenticias en rumiantes

## MATERIAL Y METODOS

### Tratamiento

En el cuadro 1 se presentan las condiciones en que se realizaron las 11 experiencias desarrolladas, en relación a su localización, tipo de paja utilizada, fecha y hora de tratamiento, temperatura ambiente, dosis de amoníaco, tipo de plástico, adición de agua y especie animal a la que se suministró la paja. Como se puede observar en alguna de ellas se hizo más de un tratamiento, variando el tipo de material a tratar, la dosis de amoníaco y/o la

hora del tratamiento (temperatura ambiente al tratar).

La duración del tratamiento fué de 4 semanas en los realizados en verano y de 8 en los realizados en otoño.

En las experiencias realizadas en el año 1987 (Nº 10 y 11) se tomaron con un termómetro sonda las temperaturas máximas que alcanzaron los almiarres tras los respectivos tratamientos. Se tomaron muestras de paja antes y después del tratamiento y se analizó el contenido en cenizas, proteína bruta y nitrógeno soluble. Los análisis fueron efectuados en el Laboratorio Agrario Regional de la Junta de Extremadura (Cáceres) y en la Cátedra de Alimentación Animal de E.T.S.I.A. (Córdoba).

#### Manejo de los animales

En los cuadros III y IV se han recogido las características de las raciones utilizadas en las explotaciones que tuvieron problemas de toxicidad y en los que no tuvieron, respectivamente.

Se realizó un experimento utilizando 10 ovejas, distribuidas al azar en dos lotes de 5 cada uno, a los que suministró paja tratada ad libitum; uno de ellos recibió paja procedente de una explotación con problemas de intoxicación y el otro de una sin problemas.

Se obtuvieron muestras de sangre de cada uno de los animales, determinándose sus fórmulas leucocitarias y diversos análisis hemáticos, recogidos en el cuadro VI,

realizados en ambos casos en los Departamentos de Patología, Anatomía Patológica y Parasitología de la Facultad de Veterinaria de Cáceres.

Se realizaron un total de 5 necropsias correspondientes a ovinos adultos muertos con síntomas de intoxicación. Analizándose también el contenido en amoníaco de la sangre de uno de los animales obtenida momentos antes de morir.

En base a la información bibliográfica recogida la que se establece la posible influencia como agente tóxico del 4 metil imidazol, sobre 6 pajas con síntomas de haber provocado intoxicación y 3 testigos sin tratar, se determinó el contenido en metil-imidazoles utilizando cromatografía líquida de alta presión, comparando el área del pico de las muestras con la obtenida por un patrón de 4 metil-imidazol de concentración conocida, según la metodología descrita por La Fuente et col (1985) modificado por nosotros en lo que se refiere a la determinación de metil-imidazoles. También se adaptó por nosotros el método de Ray et al (1984) para la extracción (Faraldo y Membrillo, 1988).

### Resultados y discusión

En el cuadro II se recoge el efecto del tratamiento sobre los parámetros químicos estudiados, así como la existencia o no de incidencias tóxicas. En él podemos observar la gran variabilidad en el contenido en proteína bruta alcanzado (entre 5,4 y 17,59 % / 55), así como el

alto contenido en nitrógeno soluble sobre el total, con una media y desviación típica del  $59,15 \pm 5,72\%$ , para las 15 muestras analizadas en este parámetro.

Las incidencias de toxicidad parecen asociadas con los tratamientos realizados con altas temperaturas ambientales (6, 7, 8, 11A, 11B). Según estos datos, parece que la casuística de toxicidad va ligada a temperaturas ambientes altas (entre 34 y 39°C), aunque no siempre que se dan estas temperaturas elevadas aparece toxicidad (Tratamientos 10 D.E.F. y 11D). También parecen asociarse con las pajas que alcanzan un alto contenido en nitrógeno, aunque igualmente sin que ello ocurra de manera absoluta.

En principio, parece afectar tanto a paja de trigo, como de cebada y, posiblemente, de avena.

Las temperaturas alcanzadas en el interior de los almiarres oscilaron entre los 60-65°C, en los tratamientos realizados a 28°C, y entre 70-80°C, en los realizados a 39°C, valores estos que superan a los señalados como problema por Perdock y Leng (1987).

De los cuadros III y IV se deduce que la intoxicación se puede presentar incluso con dietas con un aporte importante de alimentos energéticos (cereales) como para no poder catalogar la misma como provocada por exceso de NNP o de desequilibrio energético.

Por otro lado, observamos que paja tratada con amoníaco, suministrada "ad libitum" y con CMV, a ovejas

vacías o al principio de la gestación, mantienen el estado corporal de los animales, como ya había sido comprobado en algunos ensayos de la A.D.G. (1982) en Aragón y por Cubillas Frieria (1985) en Valladolid.

De la casuística observada deducimos que el agente toxico pasa a la leche, pues se dieron casos de muertes de corderos lactantes que manifestaban idéntica sintomatología que los adultos. Dicha sintomatología era la siguiente:

- Inclinación de la cabeza (lateralmente y/o hacia atrás).
- Incoordinación de movimientos, llegando a embestir los objetos a su alcance (hiporreflexia y a veces arreflexia).
- Nictagmus (movimientos periódicos de los globos oculares y pérdida de equilibrio).
- Excitación nerviosa, convulsiones y carreras en círculos.
- Manifiesta incapacidad para levantarse.
- Anorexia, astenia.
- Diarreas (en algunos casos).
- Timpanización (en algunos casos).
- Expulsión de líquido sanguinolento, en el momento de morir, por orificios naturales.
- La muerte puede ocurrir entre 3 y 5 días después de la aparición de los primeros síntomas si no se corta el suministro de paja tratada con  $\text{NH}_3$  anhidro.
- Los síntomas se presentan al principio de forma cíclica con una duración del ataque entre 30 y 60 segundos y períodos de intervalo de 30 minutos de 1 hora. Después,



cuando la intoxicación avanza, llegan a ser constantes.

- La morbilidad es baja (por supresión de alimentación a los primeros síntomas) y la mortalidad muy alta cuando, en los casos experimentados, se hizo seguimiento total.

En las necropsias realizadas se observó un proceso nefrítico acompañado de enteritis hemorrágica, con cuadro degenerativo renal y entérico.

No se observaron diferencias significativas en las fórmulas leucocitarias (cuadro V), existiendo algunos a nivel hemático. Sin embargo, a pesar del aumento del contenido en NH<sub>3</sub> en la sangre de las ovejas alimentadas con paja tóxica (Cuadro VI) los niveles alcanzados no se aproximan siquiera a los que la bibliografía señala como tóxicos (1mg/100ml) (Loosli, 1969). En este sentido, el nivel alcanzado en la sangre del animal muestreado poco antes de morir (0,0029 mgr/100ml) sigue estando muy por debajo de dichos índices tóxicos.

Valores superiores a 10 ppm de 4 MeI se señalan (Allen, et al, 1984) como niveles en los que aparecen signos de toxicidad y a partir de 20 ppm como nivel letal, lo que parece concordar con nuestros datos y observaciones.

#### CONCLUSIONES

Del análisis de los trabajos experimentales realizados y de los resultados obtenidos, se deduce lo siguiente:

19) Se pueden presentar problemas de toxicidad más o menos graves en animales rumiantes adultos (vacuno y ovino) alimentados con dietas que contienen pajas de cereales tratadas con  $\text{NH}_3$  anhidro utilizadas en cantidad variable (100% al 30%).

20) Dicha toxicidad se puede dar también en animales lactantes (corderos) cuando sus madres son alimentadas con dietas que demuestra la transmisión del agente tóxico vía leche, con el consiguiente peligro de introducción en la cadena alimentaria humana.

30) Las pajas de cereales relacionadas con síntomas de toxicidad fueron siempre tratadas con dosis de  $\text{NH}_3$  superiores al 2,5% (entre 2,5 y 3,7%) y cuando la temperatura ambiente fue superior a 34°C (entre 34 y 39°C).

40) Determinaciones hematológicas en animales afectados y sanos demuestran que la intoxicación no es debida al  $\text{NH}_3$ .

50) Altos contenidos en 4-Metil-Imidazol están relacionados con pajas de cereales tratadas con  $\text{NH}_3$  anhidro que causaron problemas de toxicidad.

60) Muy probablemente existan otras sustancias tóxicas distintas a la anterior, pero que no fueron analizadas por nosotros y que así mismo podrían ser causa de toxicidad.

Por todo lo anterior y basándonos en el gran interés que esta innovación tecnológica del tratamiento de pajas de cereales tiene para la ganadería española, consi-

deramos necesaria la realización de estudios de investigación enfocados a la resolución de este problema de toxicidad.

Las personas que nos dedicamos a desarrollar nuevas tecnologías a través de la experimentación y sobre todo los propios ganaderos, necesitamos conocer lo mejor posible las causas exactas de estos casos de toxicosis, así como las condiciones en que se deben realizar los tratamientos de pajas de cereales con NH<sub>3</sub> anhidro para soslayar este problema.

#### BIBLIOGRAFIA

A.D.G. (1982).- Ensayo de tratamiento y utilización de paja de cereal con NH<sub>3</sub> anhidro. Nota Informativa, de Desarrollo Ganadero. Octubre

AGORRETA, P. (1986).- Tratamiento de la paja con amoniaco. Navarra Agraria 16: 51-56

ALIBES, X.; MUÑOZ, F.; FACI, R. y BERGE, PH. (1984).- El tratamiento con NH<sub>3</sub> anhidro como vía para potenciar el uso de residuos fibrosos en alimentación animal. En "Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal II". Gómez Cabrera, A., Guerrero Ginel, J.E. y Garrido Varo, A. (eds.) 123-136. Universidad de Córdoba.

ALLEN, C. et al (1984).- Methilimidazole content of ammoniated forages associated with toxicity in cattle. Veterinary Laboratory Diagnosticians. Annual Proceedings

CORDESSE, R. (1981).- El tratamiento con amoníaco: una buena solución para revalorizar vuestras pajas. (Traducción). "L'élevage". Junio.

CUBILLAS FRIERA, A. (1985).- Estudio de rentabilidad del tratamiento de la paja con NH<sub>3</sub>, para la alimentación del ganado ovino. XXV Reunión Científica de la SEEP. Valladolid.

ERASO, E. et al (1984).- La mejora del valor nutritivo de la paja mediante tratamiento con amoniaco anhidro. Información técnica nº1. Junta de Andalucía.

FARALDO, M<sup>a</sup> A. y MEMBRILLO, J. (1988).- Contenido de metilimidazoles en pajas de cereales tratadas con amoniaco anhidro asociadas con toxicidad. Biotecnología 4(12)

JACKSON, M. (1978).- Métodos de tratamiento de la paja para la alimentación animal. FAO, Roma.

LAFUENTE, M.T. and TADEO, J.L. (1985).- Residues analysis of postharvest imidazole fungicides in citrus fruit by HPLC and GLC. Intern. J. Environ. Anal. Chem. 22: 99-108.

LOOSLI, J y McDONALD, I.W. (1986).- El nitrógeno no proteico en la nutrición de los rumiantes. FAO, Roma.

MORGAN, S.E. and EDWARDS, W.C.(1986).- Bovine Bonkers. New terminology for an old problem. A review of toxicity problems associated with ammoniated feeds. Vet. Hum. Toxicol. 28: 16-18.

NISHIE, K.; WAISS, A.C. and KEYL, A.C. (1969).- Toxicity of methylimidazoles. Tox. Appl. Pharm. 14: 301-307.

PERDOCK, H.B. and LENG, R.A. (1987).- Hyperexcitability in cattle fed ammoniated roughages. Anim. Feed Sci. Technol. 17: 121-143.

RAY, A.C.; RAISOR, M.J.; HERD, D.B.; MURPHY, M.J. and REAGOR, J.C. (1984).- Methylimidazole content of ammoniated forages associated with toxicity in cattle. Proc. Amer. Assoc. Vet. Lab. Diagm. 27: 337-348.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; MARTIN, C.M.; CROSS, R.F. and SHOCKEY, W.L. (1986).- Etiología of amoniated hay toxicosis. J. Anim. Sci. 63: 525-532.

CUADRO 1

Características de las experiencias realizadas en Extremadura sobre tratamiento de pajas de cereales con  $\text{NH}_3$  anhidro y su utilización en alimentación animal.

-----0-----

Nº EXPERIENCIA	LOCALIZACION	TIPO PAJA	FECHA TRATAM.	HORA TRATAM.	TEMP. AMBIENT. ° C	DOSES $\text{NH}_3$ %	TIPO PLASTICO	ADICION AGUA	ESPECIE ANIMAL	INCIDENCIAS
1	BIENVENIDA (Badajoz)	Cebada	2-10-84	10 a.p.	13	3'5	600-N	NO	OVINO	NINGUNA
2-A	DON BENITO (Badajoz)	Trigo	11-11-84	11 a.m.	13	3'5	"	"	"	NINGUNA
3-A	SANTA ANA (Cáceres)	Avena	28-7-86	1 p.m.	34	3'4	"	"	"	TOXICIDAD
-B	"	Trigo	"	"	"	"	"	"	"	"
4-A	MADRONERA (Cáceres)	Cebada	29-7-86	7 a.m.	24	3'4	"	"	"	NINGUNA
-B	"	Avena	"	"	"	"	"	"	"	"
-C	"	Boruca	"	"	"	"	"	"	"	"
5	MALPARTIDA (Cáceres)	Avena	29-7-86	10 a.m.	30	3'4	"	"	"	NINGUNA
6	SIERRA DE F. (Cáceres)	Trigo	29-7-86	3 p.m.	38	3'4	"	"	"	TOXICIDAD
7	CACERES	Trigo	29-7-86	6 p.m.	37	3'4	"	"	VACUNO C.	TOXICIDAD
8	CACERES	Trigo	29-7-86	8 p.m.	36	3'4	"	"	OVINO	TOXICIDAD
9	RUSAL (Badajoz)	Cebada	2-9-86	1 p.m.	34	3'7	400-N	SI (40%)	"	TOXICIDAD
10-A	NAVALMORAL (Cáceres)	Cebada	12-8-87	9'5 a.m.	28	3'5	600-N	NO	"	NINGUNA
-B	"	"	"	"	28	2'8	"	"	"	"
-C	"	"	"	"	28	2	"	"	"	"
-D	"	"	"	2 p.m.	39	3'5	"	"	"	"
-E	"	"	"	"	39	2'8	"	"	"	"
-F	"	"	"	"	39	2	"	"	"	"
11-A	DON BENITO (Badajoz)	Cebada	12-8-87	6'5 p.m.	39	3'5	"	"	"	TOXICIDAD
-B	"	"	"	"	39	2'5	"	"	"	"
-C	"	Trigo	"	"	39	3'5	"	"	"	"
-D	"	"	"	"	39	2'5	"	"	"	NINGUNA

CUADRO 11

Resultados analíticos de pajas de cereales tratadas con  $\text{NH}_3$  en Extremadura.

Nº EXPE-RIENCIA	TIPO PAJA	DOSIS $\text{NH}_3$ %	Tempt. ambiente ° C	MATERIAL ORIGINAL				MATERIAL TRATADO				
				Materia seca %	Cenizas %/s.s.	P.B. %/s.s.	N.soluble x 6'25 (%/s.s.)	Materia seca %	Cenizas %/s.s.	P.B. %/s.s.	N.soluble x 6'25 (%/s.s.)	INCL-DEN-CLAS
1	Cebada	3'5	13	91'7	4'4	2'53	-	89'5	4'7	5'9	-	-
2-A	Trigo	3'5	13	88'6	4'9	3'2	-	86'65	5'25	9'5	-	-
3-A	Avena	3'4	34	95'30	5'21	1'24	-	92'55	3'68	12'59	8'25	¿T?
-B	Trigo	3'4	34	95'00	2'77	3'94	-	91'75	5'86	8'41	5'37	-
4-A	Cebada	3'4	24	93'15	3'75	1'80	-	90'18	5'66	5'40	-	-
-B	Avena	3'4	24	93'14	6'27	2'21	-	92'96	3'85	9'32	-	-
-C	Trigo	3'4	24	93'96	6'30	3'74	-	92'45	5'63	6'76	-	-
5	Avena	3'4	30	95'56	6'54	2'48	-	92'04	4'47	9'26	-	-
6	Trigo	3'4	36	91'99	4'60	1'95	0'87	91'62	4'5	17'59	11'37	T
7	Trigo	3'4	37	93'14	3'55	2'23	-	91'85	3'16	11'36	-	T
8	Trigo	3'4	36					91'34	3'51	16'63	1'9	T
9	Cebada	3'7	34					91'9	6'74	11'61	7'56	¿T?
10-A	Cebada	3'5	28	96'45	5'62	2'83	0'93	93'62	6'11	9'72	5'76	-
-B	"	2'8	28					93'27	5'03	11'57	6'33	-
-C	"	2	28					93'85	6'00	10'03	4'98	-
-D	"	3'5	39					92'67	5'49	9'37	4'88	-
-E	"	2'8	39					94'03	5'33	10'20	5'66	-
-F	"	2	39					93'93	6'53	8'75	4'59	-
11-A	Cebada	3'5	39	94'25	8'68	3'58	1'65	91'53	7'29	12'47	7'12	T
-B	"	2'5	39					93'77	7'58	11'80	6'51	T
-C	Trigo	3'5	39	92'74	8'87	3'62	0'62	93'29	7'54	14'22	9'44	T
-D	"	2'5	39					94'06	8'84	12'95	7'78	-

Resultados de alimentación de rumiantes con paja tratada con  $\text{NH}_3$  anhidro en experimentos relacionados con toxicidad.

Nº EXPERIENCIA	ESPECIE ANIMAL	Nº ANIMALES CONTROL	DIETA ANTES DEL CONTROL	DIETA 1º PERÍODO DE TRANSICIÓN (7-10 días)	DIETA 2º PERÍODO DE TRANSICIÓN (7-10 días)	DIETA PERÍODO CONTROL	DURACION CONTROL (días)	VARIACION PESO Kg./cab.	OBSERVACIONES E INCIDENCIAS
3- A y B	O.C.	25 ♀ 1 ♂	Pastoreo 0.5 Kg. heno	300 gr. cereales 0.5 Kg. heno 0.5 Kg. paja T.	150 gr. cereales 0.25 Kg. heno 0.75 Kg. paja T.	Paja tratada "ad libitum" 1.3 Kg.	60	- 0.4	Animales adultos de diferentes edades y estados productivos. 1 aborto y 5 cordones muertos poco después de nacimiento.
6	O.C.	30 ♀ 1 ♂	300 gr. cereales 0.5 Kg. heno 1 Kg. paja S.T.	300 gr. cereales 0.5 Kg. heno 0.5 Kg. T.	-	-	-	-	Control suspendido por problema tóxico a los 4 días del inicio. 5 bajas (2 ovejas, 1 carnero y 2 cordones lactantes).
7	V.C.	11 ♀	Pastoreo 10 Kg. heno	Pastoreo 2 Kg. cereales. 5 kg. heno 5 Kg. paja T.	Pastoreo 1 Kg. cereales 3 Kg. heno 7 Kg. paja trat.	-	-	-	Control suspendido en el 2 período de transición por problemas tóxicos. 2 bajas.
8	O.L.	20 ♀ 1 ♂	300 gr. cereales 0.5 Kg. heno 1 Kg. paja S.T.	300 gr. cereales 0.5 Kg. heno 0.5 Kg. paja S.T. 0.5 Kg. paja T.	-	-	-	-	Control suspendido por problema tóxico a los 5 días de iniciado el 1º período de transición. 4 bajas animales adultos.
9-	O.C.	Rebato numeroso	-	-	-	500 gr. concentr. 600 gr. paja T. Pastoreo.	-	Normal	Intoxicación de cordones en primeros días de lactación. Diarrea adultos.
11	O.C.	10 ♂ por lote 4 lotes	Pastoreo. 0.5 Kg. heno 200 gr. cereales	300 gr. cereales. 0.75 Kg. paja S.T. 0.75 Kg. paja T.	-	150 gr. cereales paja tratada "ad libitum" 1.5 Kg.	65	A-1.1 B-4.2 C-1.2 D-4	Animales adultos de diferentes edades y estados productivos. A- 1 animal con sintoma tóxico claro pero y muere el parto. B- 1 animal con sintoma tóxico. Es sacrificado y se hace necropsia. 4 partos sin bajas. C- 1 animal con sintoma tóxico claro. Se dan 4 partos y muere 2 cordones. D- No se da signo de toxicidad en ovejas ni cordones.

Resultados de alimentación de rumiantes de paja tratada con NH<sub>3</sub> anhídrido en experiencias que no presentaron incidencias de tipo tóxico.

Nº EXPERIENCIA	ESPECIE ANIMAL	Nº ANIMALES CONTROL	DIETA ANTES DEL CONTROL	DIETA 1º PERIODO DE TRANSICIÓN (7-10 días)	DIETA 2º PERIODO DE TRANSICIÓN (7-10 días)	DIETA PERIODO CONTROL	DURACION CONTROL (días)	VARIACION PESO Kg./cab.	OBSERVACIONES E INCIDENCIAS
1	O.C.	10 ♂	Pastoreo 350 gr. cereales 1'2 Kg. paja S.T.	Pastoreo 350 gr. cereales 0'5 Kg. paja T. 0'5 Kg. paja S.T.	Pastoreo 150 gr. cereales 0'7 Kg. paja T. 0'5 Kg. paja S.T.	Pastoreo 100 gr. cereales Paja T. "ad libitum". (1'3 Kg.)	-	-	No se llevó control de pesos. El ganado quedó satisfecho del resultado.
2	O.C.	20 ♀ 1 ♂	Pastoreo 250 gr. cereales 0'5 Kg. heno	250 gr. cereales 0'5 Kg. heno 0'5 Kg. paja T.	150 gr. cereales 0'25 Kg. heno 0'75 paja T.	Paja tratada "ad libitum" (1'2 Kg.)	65	+ 0'7	Resultados muy satisfactorios. Todos los animales estaban vivos.
4	O.C.	23 ♀ 1 ♂	300 gr. cereales, 1 Kg. paja S.T. Pastoreo.	300 gr. cereales, 0'5 Kg. paja S.T. 0'5 Kg. paja T.	150 gr. cereales, 0'25 gr. paja S.T. 0'75 gr. paja T.	Paja tratada "ad libitum" (1'3 Kg.)	60	- 3	Disminución de peso notable en animales pastantes. Nacieron cordones pequeños. Ningún abortó ni toxicidad.
8	O.C.	24 ♀	250 gr. cereales 1'5 Kg. paja S.T.	250 gr. cereales, 0'5 Kg. paja T. 1 Kg. paja S.T.	200 gr. cereales 1 Kg. paja T. 0'5 Kg. paja S.T.	Pastoreo "Paja tratada ad libitum" (0'75 Kg.)	42	+ 5'5	Incremento notable de peso por pastoreo de una cerva con buen pasto. Sin incidencias. Resultados muy satisfactorios.
10	O.C.	10 ♂ por lote 6 lotes	Pastoreo 0'5 Kg. heno 200 gr. cereales	300 gr. cereales 0'75 Kg. paja S.T. 0'75 Kg. paja T.	150 gr. cereales, 0'5 Kg. paja S.T. 1 Kg. paja T.	150 gr. cereales Paja tratada "ad libitum" (1'5 Kg.)	75	A-3'2 B-4'5 C-2'7 D-4 E-2'6 F-4'8	Resultados muy satisfactorios. Hubo nacimientos y cría de cordones sin problemas. Se produjo 1 baja por obstrucción esofágica. Ningún síntoma de toxicidad.



CUADRO V

FORMULAS LEUCOCITARIAS DE OVEJAS ALIMENTADAS O NO CON  
PAJA TRATADA CON NH<sub>3</sub> ANHIDRO.

(Centros sobre animales en explotación)

---0---

IDENTIFICACION		LEUCOCITOS	EOSINOFILOS	BASOFILOS	SEGMENTADOS	BASTONADOS	LINFOCITOS	MONOCITOS	C. INMADUROS
Lote	Animal								
ALIMENTACION	1-C	-	1	0	39	0	51	5	4
	2-C	-	12	0	38	1	49	0	0
SIN	3-C	7.650	1	0	39	1	50	2	9
PAJA	4-C	-	5	1	31	1	49	1	6
TRATADA	5-C	8.700	6	0	37	2	48	6	1
ALIMENTACION	1-1	9.270	10	0	37	0	52	1	-
CON PAJA	2-1	7.650	6	0	27	0	60	5	-
TRATADA	3-1	7.325	2	0	18	0	79	1	-
CON	4-1				C O A G U L A D A				
NH <sub>3</sub>	5-1	10.700	2	0	52	2	37	4	-

CUADRO VI

DETERMINACIONES HEMATOLOGICAS SOBRE OVEJAS ALIMENTADAS O NO  
CON PAJA TRATADA CON NH<sub>3</sub> ANHIDRO

(Controles sobre animales en explotacion).

---O---

Nº ANIMAL	NH <sub>3</sub> µg./100 ml.	UREA g %	Hb. g/100 ml.	PROT. TOTALES g./dl.	HEMATOCRITO %	G. B.	GOT UI/L	GP UI	ALIMENTACION
1-C (305)	4,73	0,42	8,7	8,40	-	Coagul.	87,50	2,5	
2-C (356)	1,14	0,32	9,5	8,40	52%	-	63	2	
3-C (286)	2,12	0,32	12,1	8,40	55%	7.650	63	2,5	SIN PAJA
4-C (278)	1,46	0,32	12,8	8,40	56%	8.500	68	2,5	TRATADA
5-C (287)	0,81	0,42	12,8	8	56%	8.700	68	4	
1-1 (721)	7,67	0,21	9,7	8,80	41%	9.270	37,5	4	
2-1 (717)	6,04	0,21	11,6	8,40	53%	7.650	41	0	
3-1 ( ♂ )	6,36	0,21	9	9,50	42%	7.325	105	7	CON PAJA
4-1 (433)	5,71	0	9,7	7,90	47%	-	32,5	2,5	TRATADA
5-1 (129)	6,36	0	10,1	8	47%	10.700	46	6	

CUADRO VII

Contenido en Metil-imidazoles (Mel) de muestras de pajas de cereales tratadas  
con casos de toxicidad en Extremadura.

-----0-----

Nº EXPERIENCIA	TIPO DE PAJA	TEMP. TRAT. ° C	DOSIS NH <sub>3</sub> %	Contenido Mel p.p.m.	OBSERVACIONES
8	Trigo	36	3'4	27'7-42'0-3'5-5'2	4 muestras de otros tantos si- tios del almiar
6	Trigo	38	3'4	55'4-12'2-25'7-3'7	
6	Trigo	Testigo sin tratar		2'4	
11-A	Cebada	39	3'5	22'6	1 muestra de ca- da tratamien- to.
-B	Cebada	39	2'5	10'6	
-C	Trigo	39	3'5	14'2	
-D	Trigo	39	2'5	6'5	
	Cebada	Testigo	S.T.	3'6	
	Trigo	Testigo	S.T.	2'8	

## **DISCUSIONES A LA 3ª SESION**



## DISCUSION

### Observaciones realizadas sobre el efecto conservador del NH3 en el tratamiento con urea

No ha sido medido por los ponentes, aunque es conocido a nivel bibliográfico. Se han observado que pajas y cañote de maíz tratados con agua, hasta el 40-45%, se conservan sin problemas. En este último material han encontrado un límite en el 50% de agua.

### Factores relacionados con la intoxicación con pajas tratadas con amoniaco

Se señala la existencia de vacíos de información en relación a los factores desencadenantes del problema, aunque de la información existente se deduce como causa la formación de productos tóxicos como consecuencia de la producción de reacciones de Maillard (entre ellos el 4-metilimidazol). Como factores predisponentes se han señalado: el tratamiento de productos (henos o pajas) de calidad, que contengan una determinada cantidad de azúcares reductores, y que dicho tratamiento se realice a altas temperaturas.

En las recomendaciones realizadas al Ministerio de Agricultura se insistía en que los tratamientos durante el verano no se realizaran nunca durante las horas de mayor calor. En la última campaña no se realizaron tratamientos después de las 10 h. (a.m.), no habiéndose tenido noticias de ningún nuevo caso de intoxicación.

Se hace mención a la falta de controles de tipo toxicológico en animales afectados en España (excepción

hecha de los trabajos presentados por Membrillo y col. en la presente Reunión), así como al desconocimiento existente sobre el efecto de la insolación y de las altas temperaturas, así como las derivadas del tratamiento con amoníaco, sobre la temperatura en el interior del almiar. No obstante, existen referencias bibliográficas sobre este último tema en el trabajo de Perdock y Leng, 1987 (Anim. Feed Sci. Technol. 17: 121-143).

Se señala la observación de algún caso de anomalías ocurridas alimentando con paja tratada, en los que los síntomas eran asimilables a los causados en la Listeriosis (temblor, embotamiento y situaciones típicas de encefalitis), aunque no fué diagnosticada.

#### Toxicidad de la sosa residual en pajas tratadas con NaOH

Existen dos aspectos: la acumulación de sodio en suelo y el daño al animal. Este último, más que por la cantidad, fácilmente eliminable si el animal dispone de agua a voluntad, puede afectar al animal por la prolongación en el consumo, dañando a los órganos encargados de su eliminación.

#### Interés económico del tratamiento con amoníaco y urea

Se pone en duda el interés económico de un tratamiento (amoníaco anhidro) cuyo coste se calcula entre las 3 y 7 pts/Kg., cuando el efecto de mejora es de un 30-40%.

Otros datos obtenidos a nivel práctico sitúan el coste entre 2 y 3 pts/Kg., siendo menor en el caso de la urea, por el menor coste de esta, aunque resulta mayor el

empleo de mano de obra. Existen discrepancias respecto a la consideración del coste de este último factor. (Mayor información en ponencia de Gómez Cabrera y col.)

Se señala la dificultad de establecer el interés o no con carácter general. El coste, y la misma disponibilidad de los forrajes es muy distinto en distintas áreas del país.

Control de la calidad inicial de la paja y relación de esta con la mejora obtenida

Por ahora el único parámetro válido para medir la calidad inicial es la estima de la digestibilidad (in vitro, in sacco, celulasas...). El efecto de mejora observado es de tipo lineal, si bien hay que tener en cuenta que, hoy por hoy, los tratamientos realizados y los resultados obtenidos son muy heterogéneos.

Se señala que digestibilidades inferiores al 42% corresponderían a productos de baja calidad y por encima del 50% (cañas de maíz, avenas...) se entraría en zona en la que los efectos de mejora son inferiores.





**P o n e n c i a VI (1)**

**UTILISATION DES RESIDUS DE LA TAILLE ET DES  
GRIGNONS D'OLIVE EN ALIMENTATION ANIMALE**

**ALI NEFZAOUI (\*)**

(\*) Laboratoire d'Alimentation et de Technologie. Ecole Supérieure d'Horticulture - Sousse - Tunisie.



# UTILISATION DES RESIDUS DE LA TAILLE ET DES GRIGNONS D'OLIVE EN ALIMENTATION ANIMALE

**Dr. A. Nefzaoui**

*Laboratoire d'Alimentation et de Technologie*

*Ecole Supérieure d'Horticulture. 4042 Chott Mariem - Sousse - Tunisie.*

## INTRODUCTION.

La culture de l'olivier est concentrée dans le bassin méditerranéen qui représente 98 % de la surface et des arbres en production et 97 % de la production totale d'olives. L'Espagne, la Grèce, l'Italie et la Tunisie représentent à eux seuls 65 % de la surface, 76 % des arbres en production et 74 % de la production totale d'olives (*Sansoucy et al., 1984*).

L'importance de la production oléicole mondiale peut être illustrée par les 600 millions d'arbres qui occupent 7 millions d'ha et produisent annuellement quelques 8.4 millions de tonnes d'olives.

L'industrie oleicole, en plus de sa production principale qui est l'huile (huile d'olive vierge et huile de grignons) laisse deux résidus, l'un liquide (les margines) et l'autre solide (les grignons). De plus, l'olivier, à travers la taille (annuelle, bisannuelle, de rajeunissement, etc...) engendre des feuilles, des brindilles et du gros bois.

En adoptant la moyenne de 35 % pour le % de grignons bruts par rapport aux olives traitées, on peut estimer *la production mondiale de grignons bruts à environ 2.9 millions de tonnes*. Sachant qu'en moyenne 100 kg d'olive traitées engendrent 100 litres de margines, *la production mondiale de margine serait de 8.4 millions de mètres cubes*. Par ailleurs, et selon les estimations de nombreux pays, 25 kg de feuilles et brindilles (diamètre inférieur à 4 cm) sont produites par an et par arbre. Ceci se traduit par *une production annuelle dans le monde d'environ 15 millions de tonnes de feuilles et brindilles fraîches*. Les figures 1 et 2 définissent les principaux types de sous-produits selon la technologie d'extraction d'huile employée.

Les sous-produits de l'olivier sont nombreux et d'utilisation très variée. Nous traiterons dans cette communication des principaux aspects relatifs à la valorisation des résidus de la taille et des grignons d'olive en alimentation animale.

## 1. VALORISATION DES PRODUITS DE LA TAILLE.

En se basant sur les données tunisiennes (*Nefzaoui, 1983*) et espagnoles (*Alibès et Berge, 1983*), la production moyenne serait de 22 kg de feuilles et de rameaux dont le diamètre est inférieure à 4 cm. Toutefois, il faut distinguer le gros bois et les feuilles et rameaux. Ces deniers sont utilisables dans l'alimentation des animaux alors que les premiers ont des applications industrielles ou artisanales (figure 3).

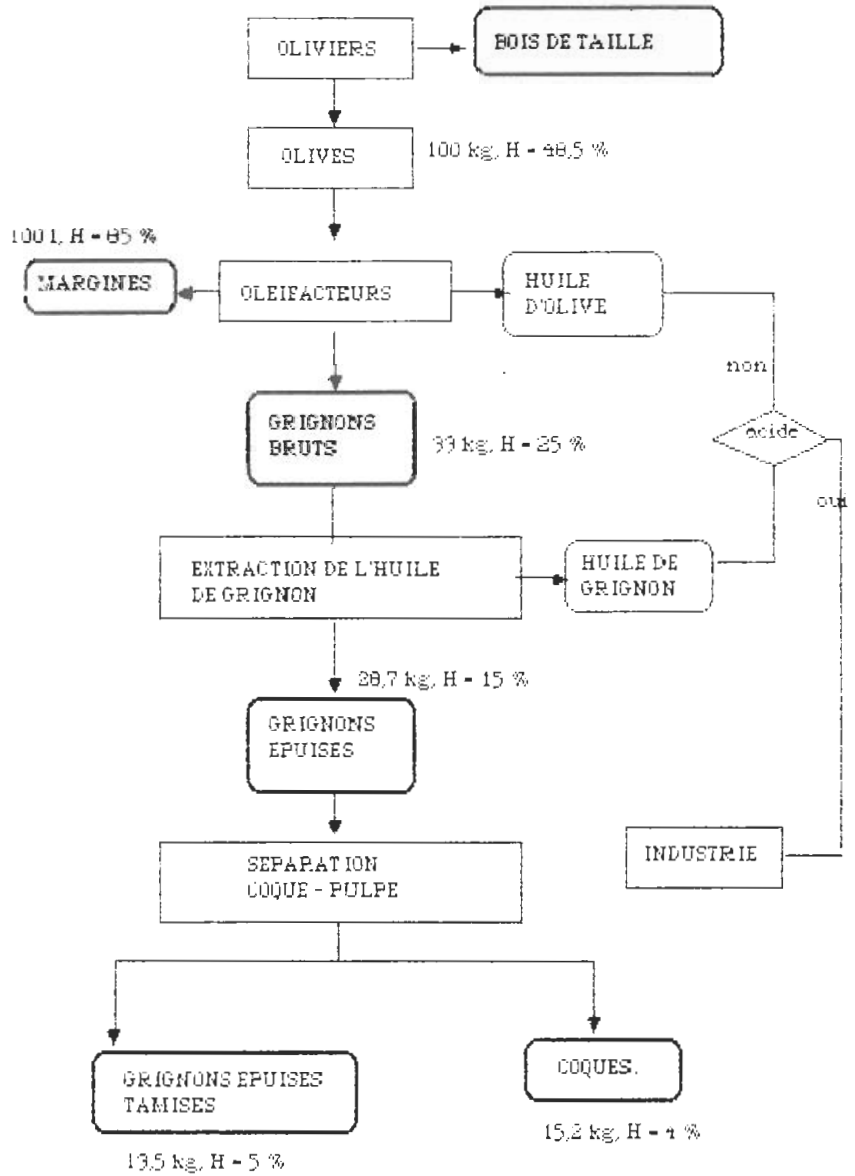


Figure 1 : diagramme de traitement des olives par pression et nature des différents sous-produits (H : humidité) (Nefzaoui, 1987).

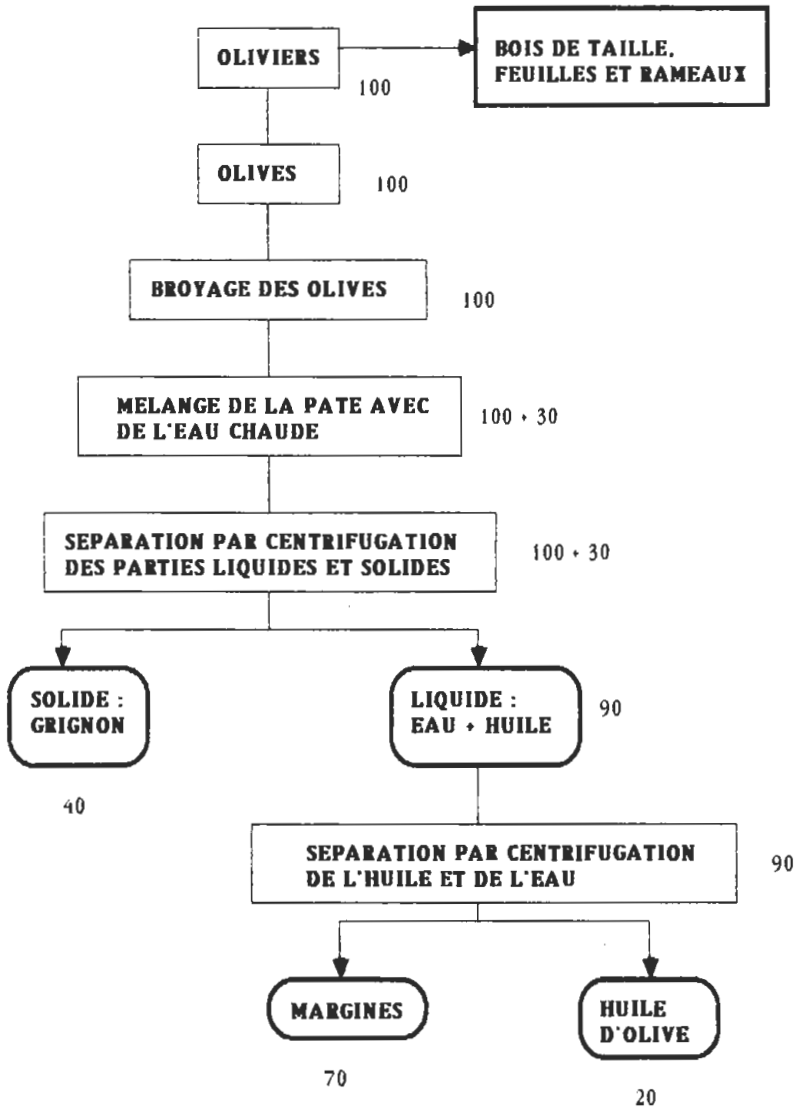


figure 2 : procédé d'obtention de l'huile d'olive par centrifugation et nature des différents sous-produits obtenus.

Classiquement les agriculteurs, surtout ceux du Sud de la Méditerranée et du Moyen Orient, offrent à leur bétail le bois de taille. A cet effet les animaux sont amenés soit sur place ou alors les branchages ramassés et triés sont mis à leur disposition. On admet que les parties réellement consommables sont les feuilles et les brindilles de faible diamètre.

Toutefois, la taille est saisonnière et l'affouragement ne porte que sur une partie de la production totale. L'utilisation en "sec" malgré qu'elle soit plus limitée, reste la seule alternative en année difficile et dans les zones arides et semi-arides.

Les résidus de la taille ont des applications nombreuses, car en plus de leur utilisation dans l'alimentation animale, ils peuvent être utilisés comme combustibles, servir à la fabrication de compost, ou constituer la matière première dans l'industrie de papier ou la fabrication des meubles (figure 3).

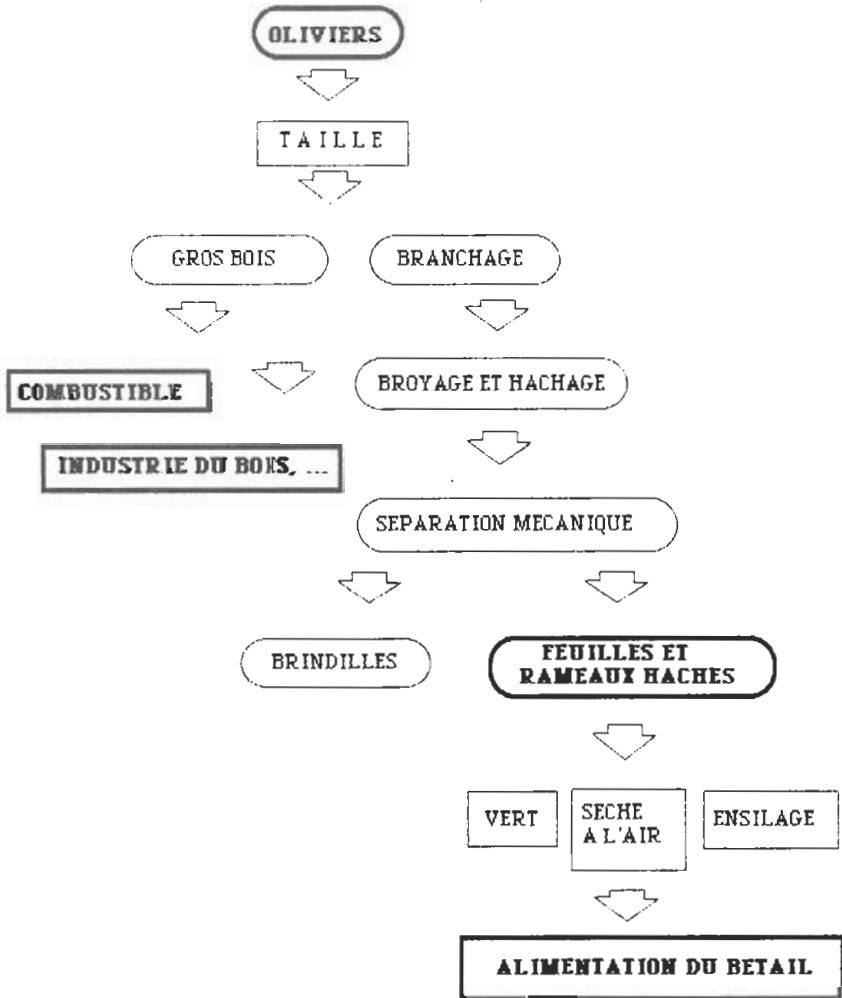


figure 3 : Quelques valorisations potentielles des produits de la taille

Contrairement aux autres sous-produits de l'olivier, les travaux de recherches relatives aux résidus de la taille sont en nombre limité. En Italie et en Espagne, les efforts ont porté principalement sur les aspects relatifs à la mécanisation et à l'utilisation de ces produits comme combustible. En Tunisie, les premières tentatives ne datent que de 4 ou 5 ans. L'information dans ce domaine est donc relativement réduite.

### **1.1. Caractéristiques physiques et chimiques des feuilles et brindilles d'olivier.**

La composition chimique des feuilles et brindilles varie en fonction de nombreux facteurs (variété, conditions climatiques, époque de prélèvement, proportion de bois, âge des plantations, etc ...).

Généralement, la matière sèche (MS) des feuilles vertes se situe autour de 50 à 58 %, celle des feuilles sèches autour de 90 %. La teneur en matières azotées totales (MAT) des feuilles varie de 9 à 13 %, alors que les rameaux ne dépassent guère 5 à 6 %. La solubilité de l'azote est faible, elle se situe entre 8 et 14 %, selon la proportion de bois.

La teneur en matières grasses (MG) est supérieure à celle des fourrages et oscille autour de 5 à 7 %, mais celle des constituants pariétaux et en particulier de la lignine est constamment élevée (18 à 20 %) (tableau 1).

Par rapport à la paille et au foin, les feuilles et les rameaux d'olivier ont moins de cellulose et hémicellulose (fraction relativement assez digestible par les ruminants) et plus de lignine (fraction totalement indigestible par les animaux) (figure 4).

### **1.2. Valeur nutritive des feuilles et brindilles.**

La digestibilité de la matière organique (MO) est en moyenne de 50 %, mais varie fortement selon la proportion de rameaux dans le mélange et le mode de conservation. Ces deux facteurs agissent de façon déterminante sur la digestibilité et donc la valeur nutritive des résidus de la taille (tableau 2).

Pour la teneur en bois (ou proportion de rameaux) : *Alibès et Berge (1953)* rapportent une corrélation négative très élevée entre la digestibilité de la MS *in vitro* de la feuille et sa teneur en rameaux.

Pour le mode de conservation : depuis les travaux de *Maymone et al (1950)*, on sait que la digestibilité des résidus de la taille diminue fortement après le séchage au soleil ou l'ensilage. La digestibilité des feuilles sèches est de 30 à 50 %, alors que pour les feuilles vertes, elle est de 50 à 60% (*Boza et Guerrero, 1981*).

La digestibilité des MAT est faible, elle est en moyenne de 40 % pour le produit vert et diminue fortement après séchage (24 %) ou ensilage (17 %) (tableau 2). Cette faible utilisation digestive des matières azotées coïncident avec les observations de *Munoz et al (1953)* qui montrent que la dégradabilité de l'azote des feuilles d'olivier est lente. La moitié des MAT potentiellement dégradables dans le rumen disparaît après 34 heures d'incubation et la dégradabilité maximale est de 50 %.

La digestibilité de la cellulose brute dépasse rarement 45 %, contrairement aux grignons, la digestibilité des matières grasses est souvent inférieure à 50 %.



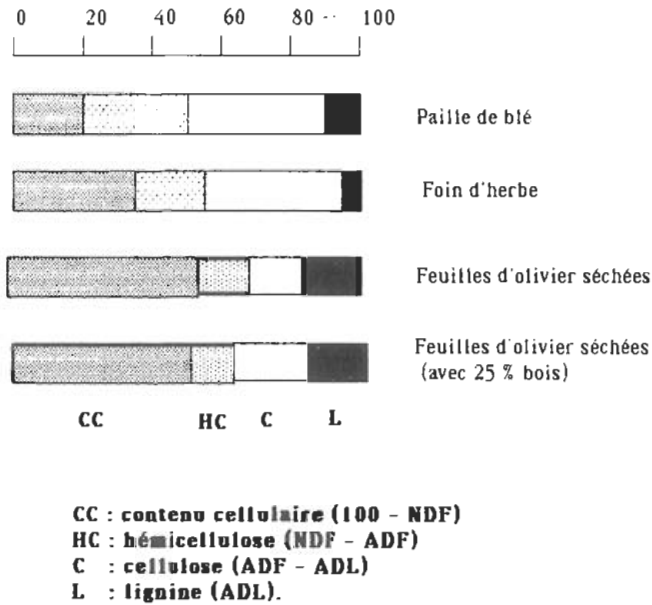


figure 4 : teneurs en constituants pariétaux des feuilles et brindilles d'olivier en comparaison avec de la paille et du foin (Nefzaoui, 1987)

Globalement, nous pouvons retenir, pour les résidus de la taille (feuilles et brindilles de faible diamètre) une **valeur fourragère de 0,5 UF par kg de MS**. Ici aussi, le mode de conservation du produit est fort important (tableau 3)

### 1.3. Ingestibilité.

Distribuées en vert, les feuilles et rameaux sont bien ingérées par les animaux, sans problèmes d'adaptation ni de troubles (tableau 3). Toutefois certains auteurs rapportent (*Alibés et al., 1983; Gomez Cabrera et al., 1982*) des ingestions fort variables de 24 à 80 g de MS par kg de poids métabolique.

tableau 1 : Composition chimique des résidus de la taille, en % de la matière sèche. (plusieurs sources.)

nature du produit	MS	MO	MAT	CB	MG	ENA
<b>rameaux verts (ø &lt; 5 mm)</b>						
Espagne	68,5	90,3	7,7	24,5	11,2	47,0
<b>rameaux secs (ø &lt; 5 mm)</b>						
Espagne	91,7	91,7	7,0	22,7	5,9	56,0
Italie	86,8	91,5	8,9	28,9	6,1	47,6
Tunisie	95,0	91,8	6,1	27,1	3,7	54,8
<b>feuilles vertes</b>						
Espagne	50,3	94,8	11,4	15,5	--	--
Italie	57,9	93,9	13,1	17,1	--	--
Italie	58,0	96,5	13,1	17,7	7,1	55,8
Moyen Orient	55,0	82,3	8,3	13,5	6,8	53,7
<b>feuilles sèches (**)</b>						
Espagne	94,9	94,5	6,9	23,2	5,3	59,1
Espagne	--	--	11,0	--	--	--
Espagne (pure)	96,4	95,0	11,2	13,0	--	--
Espagne (8,8% bois)	87,0	91,6	7,7	19,2	--	--
Espagne (11,4% bois)	92,9	91,6	8,7	18,8	--	--
Espagne (15 % bois)	75,0	94,9	6,7	30,0	4,7	53,3
Espagne (22,6% bois)	93,0	91,7	7,8	21,4	--	--
Italie	92,1	91,3	10,6	22,9	8,2	49,6
Crète (Grèce)	--	--	9,2	--	--	--
<b>feuilles ensilées</b>						
Espagne (8,8% bois)	45,7	91,0	7,7	--	--	--
Italie	77,0	91,6	12,2	20,2	7,9	50,6

\*\* sèches à l'air.

tableau 2 : Digestibilité *in vitro* (\*) et *in vivo* et valeur nutritive des rameaux et feuilles d'olivier présentés sous différentes formes. (plusieurs sources.)

nature du produit	digestibilité, %					
	MS	MO	MAT	CB	MG	ENA
rameaux verts ( $\phi < 5$ mm)						
Espagne	57,0	60,4	32,0	45,9	50,6	--
rameaux secs ( $\phi < 5$ mm)						
Espagne	52,2	55,2	13,5	27,4	15,6	--
Italie	33,6	36,4	5,8	43,4	30,4	38,6
feuilles vertes						
Espagne	53,8**	--	--	--	--	--
Italie	59,9	61,2	44,3	28,9	24,7	80,1
Italie	--	--	59,0	--	--	--
Moyen Orient	--	--	45,0	29,0	27,0	80,0
feuilles sèches (***)						
Espagne (pure)	53,8**	46,8**	--	--	--	--
Espagne (8,8% bois)	36,5	38,7	<0	--	--	--
Espagne (11,4% bois)	47,2**	--	--	--	--	--
Espagne (15 % bois)	--	41,6	6,8	36,0	28,7	--
Espagne (22,6% bois)	30,5	32,0	<0	--	--	--
Italie	42,8	44,7	23,8	24,9	29,3	60,8
feuilles ensilées						
Espagne (8,8% bois)	40,0**	29,5	<0	--	--	--
Italie	45,7	47,6	16,8	39,0	41,8	59,7

\*\* digestibilité *in vitro*

\*\*\* séchée à l'air.

Utilisés dans l'engraissement des agneaux de la race barbarine, les feuilles et rameaux broyés ont été ingérés de la même façon que le foin de vesce-avoine (50 à 55 g de MS/kg de poids métaboliques) (tableau 4). De plus, ils permettent selon ces essais d'assurer les mêmes performances que les rations classiques à base de foin et de concentrés.

tableau 3 : Ingestion volontaire et estimation de la valeur nutritive des feuilles et rameaux d'olivier présentés sous différentes formes. (plusieurs sources.)

nature du produit	ingestion g MS/ P <sup>0,75</sup>	valeur énergétique			MAD
		EM	UFL	UFV	
rameaux verts (ø < 5 mm)					
Espagne	80 (caprin)	2,26	0,74	0,65	24,6
rameaux secs (ø < 5 mm)					
Espagne	71 (caprin)	1,89	0,63	0,54	9,45
Italie	71 (caprin)	1,17	0,36	0,27	5,16
feuilles vertes					
Italie	--	2,14	0,71	0,65	58,0
Italie	--	--	--	--	77,5
Moyen Orient	--	--	--	--	37,4
feuilles seches (***)					
Espagne (pure)	--	1,67	0,53	0,42	--
Espagne (8,8% bois)	41,7 (ovine) 63,7 **	1,32	0,41	0,30	--
Espagne (11,4% bois)	--	1,38	0,43	0,32	--
Espagne (15% bois)	23 (ovine) 45 **	1,46	0,46	0,34	4,6
Espagne (22,6% bois)	41	1,08	0,33	0,21	--
Italie	--	1,59	0,50	0,39	25,2
feuilles ensilées					
Italie	--	1,69	0,54	0,43	20,6

\*\* ingestion avec un supplément azoté.

\*\*\* séché à l'air

\*\*\*\* valeurs énergétiques (unités) et Matières Azotées Digestibles (g) estimées par kg de MS.

#### 1.4. Utilisations pratiques.

En Tunisie, en dehors de la tradition de présenter les feuilles et rameaux d'olivier tels quels au troupeau, surtout dans les régions du centre et du sud pendant la période de cueillette, des essais ont été entrepris par l'Institut d'Olivier pour engraisser des agneaux ou pour la sauvegarde du cheptel. Les résultats sont encourageants et montrent que l'opération est techniquement et économiquement faisable.

L'utilisation des sous-produits de la taille à volonté comme aliment grossier, en comparaison avec du foin de vesce-avoine ou du parcours ont donné des résultats fort encourageants. *Ben Rouina (1986)* obtient des gains de poids avoisinant 180 g par jour avec des rations à base de feuilles et brindilles broyées. Ces performances indiquent, par ailleurs, que ces sous-produits ont une valeur alimentaire comparables à celle du foin de vesce-avoine (tableau 4). Des résultats aussi probants ont été également obtenus en 1988 par *Ben Rouina et Nefzaoui* (tableau 5).

*tableau 4 : Performances des agneaux de la race barbarine nourris avec des rations à base de feuilles et rameaux d'olivier (Ben Rouina, 1986.)*

Rations	vesce-avoine + concentré	feuilles et rameaux + concentré
Consommations (g/jour/tête):		
aliment grossier	761-829	786-859
concentré	680	680
Poids des agneaux (kg):		
initial	25	25
final	40,7	42,4
Gain moyen quotidien durant l'essai (g/sujet):	171	188

Peu d'expériences ont été réalisées dans ce domaine. Rapportons, pour mémoire, qu'en Grèce, *Zoiopoulos (1983)* a noté qu'actuellement le niveau de distribution de ces feuilles a atteint le taux de 30 kg/ jour en deux repas. Des quantités similaires sont distribuées sous forme d'ensilage après la période de récolte. Bien que le contrôle des performances n'a pas été effectué scientifiquement, l'auteur indique un effet positif sur la production laitière. Les feuilles fraîches sont parfois aussi distribuées à des truies.

Toujours dans le même pays, les feuilles et brindilles fraîches ont été distribuées à des moutons et des chèvres à des taux de l'ordre de 6 % du poids vif, constituant ainsi le seul fourrage et jusqu'à 10 % à des lapins (*Zoiopoulos, 1983*). Cependant, l'auteur suggère que le niveau optimum se situe autour de 2,5 % du poids vif de l'animal pour les ruminants.

En Espagne, *Munoz et al (1983)* ont étudié des rations distribuées à volonté et composées exclusivement de feuilles séchées et un supplément d'orge et un complément protéique de farine de poisson (230 g/j) ont obtenus des croissances de 77 g/jour. Une croissance seulement de 40 g par jour fut obtenue, si la source protéique est l'urée. Le "témoin" recevait du foin de luzerne et 200 g d'orge par jour et sa croissance a été de 154 g/jour pendant une période de 90 jours.

En ce qui concerne les feuilles séchées, *Alibés et al (1982)* recommandaient une utilisation comparable à celles des fourrages pauvres comme la paille, c'est à dire avec un supplément protéique, un léger apport d'énergie facilement fermentescible et finalement un complément minéral.

tableau 5: Engraissement des ovins de la race barbarine avec des rations à base de feuilles et de grignon d'olive. (Ben Rouina et Nefsouli, 1988.)

	ration 1	ration 2	ration 3
Composition des rations:			
feuilles sèches	30	40	50
grignon	20	10	00
son de blé	20	20	20
orge	20	20	20
tourteau de soja	6,5	6,5	6,5
CMV	3,5	3,5	3,5
Performances des animaux			
nombre d'animaux	20	20	20
poids initial, kg	19,8	20,0	19,9
poids final, kg	36,4	37,6	37,2
G.M.Q., g/jour	182	193	190
ingestion, g/j/kg $p^{0,75}$	122	117	116
indice de consommation	7,7	7,2	7,3

(1) les feuilles ont des teneurs en MAT, CB et MG respectivement de 8,5, 17 et 3,7 % de la MS

(2) les grignons épuisés tamisés ont des teneurs en MAT, CB et MG respectivement de 9,6, 26,3 et 6,3 % de la MS

(3) CMV : complément minéral vitamine commercial

Consommables par toutes les catégories de ruminants, ils doivent être utilisés de manière similaire à celle des fourrages pauvres à moyens, c'est à dire avec une supplémentation protéique adéquate, un léger apport d'énergie facilement fermentescible (céréales, pulpe de betterave, verdure, foin de bonne qualité, etc ...) et finalement une complémentation minérale (CMV).

En règle générale, ils sont à utiliser en substitution à du foin ou de la paille. Pour formuler les rations, il serait donc facile de remplacer à chaque fois que la nécessité l'exige le foin (ou la paille) habituellement utilisé par des feuilles et brindilles broyées. L'aliment grossier est à distribuer à volonté et la quantité de concentré distribuée variera selon les performances qu'on souhaite atteindre.

### 1.5. Traitements pour améliorer la valeur alimentaire et perspectives.

Les traitements aux alcalis ont donné des résultats peu concluants (Martiloti et Danese, 1953; Alibès et Berge, 1953).

L'alternative la plus immédiate reste la séparation mécanique des fractions digestibles de celles peu digestibles. Cette opération est effectuée, d'ailleurs directement par l'animal au moment de l'affouragement direct.

Dans les autres cas, où il s'agit de transporter ce sous-produit vers les animaux, certains aspects technico-économiques doivent être pris en compte. La faible densité du produit (30 kg par  $m^3$ ) constitue un préjudice à une utilisation économique. En effet, les coûts de chargement, de

transport et de déchargement sont élevés. Pour remédier à cette situation, il serait alors nécessaire d'augmenter la densité du produit. Cela peut se faire de différentes façons (*Civantos, 1983*):

- Le hachage des résidus de la taille au niveau de l'oliveraie par des machines mobiles adaptées aux tracteurs de type moyen. Le produit obtenu a une densité de l'ordre de  $400 \text{ kg/m}^3$  et peut être transporté pour être traité ou utilisé ultérieurement.

Nous traiterons cet aspect avec de plus amples détails dans les parties suivantes.

- La compression des rameaux au niveau de l'oliveraie. En adoptant une presse au tracteur, il est possible de confectionner des balles de rameaux complets (y compris les feuilles) ayant aussi une densité de l'ordre de  $400 \text{ kg/m}^3$ . Ces balles peuvent être amenées à une station fixe, où elles seront broyées. Cette technique présente plusieurs avantages dont une meilleure organisation du travail et une souplesse quant à leur transport. De fait, une fois les balles confectionnées on peut programmer leur transport sur un laps de temps plus large.

- Le ramassage et le hachage des rameaux par des machines automotrices ou adaptées au tracteur capables d'effectuer ces deux opérations. Les hacheuses mobiles sont alimentées manuellement, alors que les ramasseuses hacheuses sont alimentées automatiquement, à condition que les rameaux soient bien distribués et alignés sur le terrain. Des prototypes industriels qui réalisent correctement cette opération sont disponibles sur le marché international.

Etant donné que les résidus de la taille sont constitués par des feuilles et des branches plus ou moins lignifiés, il est indispensables de séparer ces deux fractions qui ont des valeurs nutritives et des applications totalement différentes. Cette opération peut se faire dans de bonnes conditions en employant des installations plus ou moins complexes. Les produits obtenus sont (*Civantos, 1983*):

- Les feuilles plus ou moins broyées contenant un faible pourcentage de bois. Il est possible d'obtenir un produit ne contenant que 10 % de bois et qui serait équivalent à un bon fourrage.

- Le petit bois, qui peut subir des opérations de compactage pour servir comme combustible.

L'équipement pour hacher les rameaux est constitué d'un tracteur, d'une hacheuse et d'une remorque. Il s'agit d'une machine qui doit être traînée par un tracteur et actionnée par la prise de force de celui-ci. L'alimentation se fait manuellement par deux opérateurs, sur rouleaux dentés actionnés par des moteurs hydrauliques à basse vitesse. L'élément de coupe est formé d'un rotor pourvu de trois lames, les morceaux sont extraits grâce à un ventilateur centrifuge et lancés sur la remorque. Le rendement de cet équipement dépend de la composition des équipes de travail et de la quantité de rameaux accumulés. Ce rendement, suite aux travaux de Civantos (1981) oscille entre 500 et 1100 kg/h, avec une moyenne de 850 kg/h. Le temps de travail réellement utile dépend de la taille de la rameau.

Les feuilles et les rameaux les plus fins ne constituent que 50 % environ de l'ensemble du sous-produit (*Civantos, 1983*). L'observation a montré que le rameau entier haché, c'est à dire la feuille et le petit bois est mal utilisé par le bétail qui se voit contraint à trier les feuilles et délaissier les éclats de bois. Une telle sélection est relativement facile pour les petits ruminants (ovins, caprins) mais l'est beaucoup moins pour les bovins. Il est donc plus approprié de séparer les feuilles des éclats de bois pour une meilleure utilisation nutritive du produit et pour pouvoir récupérer les éclats de bois pour d'autres fins. Cette opération de tri n'a pu être effectuée convenablement (moins de 10 % d'éclats de bois dans la fraction des feuilles), jusqu'à maintenant qu'avec des machines trieuses de grande capacité (5 à 10 tonnes/h). Ceci implique l'installation d'une usine de tri où d'une machine trieuse capable de traiter le produit obtenu par une trentaine de hacheuses. Le rendement au tri est d'environ 40 % de feuilles (*Civantos, 1983*).

## 2. VALORISATION DES GRIGNONS.

Les deux procédés d'extraction de l'huile les plus utilisés actuellement sont l'extraction par le système "presse" et par le système "continu" (figures 1 et 2). Ces deux techniques engendrent des résidus de natures différentes. Il s'agit principalement :

- des grignons qui après épuisement donnent de l'huile de grignons et des grignons épuisés;
- des grignons épuisés qui après séparation, par tamisage ou par ventilation, donnent les grignons épuisés tamisés et les roques;
- des margines ou eau de végétation. Nous verrons successivement la valorisation des grignons, des roques et des margines.

### 2.1. Caractéristiques chimiques

La composition chimique des grignons d'olive varie dans de très larges limites, selon le stade de maturité, le procédé d'extraction de l'huile, l'épuisement par les solvants (tableau 6). Les teneurs en matières grasses et en cellulose brute présentent les variations les plus importantes (Nelzaoui, 1984, 1985). Ces variations se répercutent directement sur la valeur nutritive du produit.

Les procédés technologiques modifient les proportions relatives des différents composants des grignons (épicarpe, mésocarpe, endocarpe et amandon) qui ont des compositions chimiques différentes.

tableau 6 : composition chimique des différents types de grignons en % de la matière sèche. (Nelzaoui, 1984, 1985.)

types de grignons	brut	épuisé non tamisé	tamisé gras	épuisé tamisé
matière sèche	<b>81,4</b> (69,8-90,3)	<b>89,0</b> (86,0-95,0)	<b>92,8</b> (89,0-94,0)	<b>89,5</b> (88,2-90,5)
cendres totales	<b>8,0</b> (3,1-14,7)	<b>7,9</b> (5,8-9,3)	<b>11,0</b> (10,3-25,3)	<b>12,0</b> (11,0-22,3)
matières azotées totales	<b>6,6</b> (5,0-10,3)	<b>13,6</b> (12,4-16,2)	<b>7,3</b> (6,8-9,0)	<b>10,3</b> (9,6-11,3)
matière grasse	<b>8,9</b> (5,3-12,5)	<b>3,2</b> (1,1-7,4)	<b>12,0</b> (6,9-15,0)	<b>4,0</b> (2,0-6,5)
cellulose brute	<b>35,5</b> (32,0-47,5)	<b>40,7</b> (32,6-53,3)	<b>24,2</b> (12,0-33,5)	<b>21,5</b> (14,5-26,3)
extractif non azoté	<b>41,0</b> (26,7-45,5)	<b>34,6</b> (25,0-44,5)	<b>45,5</b> (34,5-50,0)	<b>51,2</b> (33,1-51,9)
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
neutral detergent fiber (NDF)		<b>71,77</b>		<b>51,67</b>
acid detergent fiber (ADF)		<b>59,64</b>		<b>40,94</b>
acid detergent lignin (ADL)		<b>30,88</b>		<b>25,13</b>
hémicellulose (NDF-ADF)		<b>12,13</b>		<b>10,73</b>
cellulose (ADF-ADL)		<b>28,76</b>		<b>15,81</b>



### **Les cendres.**

La teneur en cendres est normalement faible (3 à 5 %). Les teneurs élevées qu'on rencontre sont dues à l'absence de lavage et à la présence des olives ramassées à même le sol.

### **Les matières azotées.**

Les teneurs en matières azotées varient moins fortement, elles sont en moyenne de l'ordre de 10 % mais la plus grande partie se trouve liée à la fraction pariétale et des lors moins disponible pour l'animal. La composition en acides aminés des grignons est comparable à celle de l'orge, à l'exception d'un grand déficit en acide glutamique, proline et surtout lysine.

### **Les matières grasses.**

La teneur en matières grasses est relativement élevée et varie principalement selon le procédé technologique employé. L'épuisement, opération économiquement indispensable permet d'avoir un produit dont la teneur oscille entre 3 et 4 % de la matière sèche.

Ces matières grasses sont composées principalement d'acides oléique (84 %), stéarique, palmitique, myristique et linoléique.

### **Les substances phénoliques.**

L'olive contient des quantités élevées de polyphénols (0,3 à 5 % de la MS). Ce sont surtout des orthophénols. L'oleuropéine, glucoside amer, est le composé phénolique le plus abondant et le plus caractéristique des oleagineux (*Vazquez Roncero et al., 1970, 1973, 1974*). Sa structure correspond à un glucoside de l'acide élénolique. D'autres substances phénoliques sont également présentes, tels que des dérivés de l'acide cinamique et divers glucosides flavonoïdes.

Depuis longtemps on a cru que la valeur nutritive limitée des grignons serait due à la présence des substances phénoliques (*Theriez et Boule, 1970*). Nos dosages (*Nefzaoui, 1953, 1955*) ont montré que ces teneurs ne dépassent guère le 1 % de la MS. Les polyphénols de l'olive sont éliminés à notre avis dans les margines et l'huile durant la trituration. Ceci est consolidé par le fait que les grignons contiennent peu de produits de nature phénolique alors que les margines et l'huile en contiennent des quantités appréciables (*Cantarelli et Montedero, 1974*).

### **Les fibres.**

Les teneurs en cellulose brute sont élevées (32 à 47 %) et le tamisage les réduit à des valeurs de 14 à 26 %. Une analyse plus poussée de la fraction fibreuse, nous permet de constater (*Nefzaoui et Abdouli, 1981; Nefzaoui et al. 1982, Nefzaoui, 1983, Nefzaoui, 1985, Nefzaoui et Vanbelle, 1986; Nefzaoui, 1987*) que les grignons ont des teneurs élevées en constituants pariétaux et surtout en lignine (fraction indigestible). Le tamisage réduit la teneur de toutes les fractions "fibreuse" et en particulier la lignine et la cellulose.

La fraction pariétale des grignons est caractérisée par une forte teneur en lignine (acid detergent lignin) qui monte jusqu'à 30 % du total des fibres. Cette lignine brute contient une grande partie d'azote. L'origine de cet azote dans la fraction ligneuse est certainement due à des réactions de Maillard engendrées durant les processus technologique (échauffement du produit).

## **2.2. Digestibilité et dégradabilité des grignons.**

Les études de digestibilité *in vivo* que nous avons menées ont porté sur plusieurs types de grignons incorporés dans des rations à des niveaux variant de 20 à 90 % (tableau 7). D'une façon générale et quelque soit le type de grignon :

- la digestibilité de la MO reste faible, de 20 à 40 %;
- les matières grasses ont toujours une digestibilité élevée (60 à 80 %);
- la cellulose brute a une digestibilité faible ne dépassant guère 40 %.

En moyenne, le coefficient de digestibilité apparent (CUDa) de la MO, MAT et CB du grignon brut sont respectivement de 26 à 31%, 6 à 10 % et 0 à 30 %. Pour les grignons épuisés tamisés, ils sont de 32 à 40 %, 29 à 38 % et 21 à 47 %.

tableau 7 : Digestibilités apparentes de la MO, des MAT et de la CB de différents types de grignons mesurées sur des ovins.

(Nefzaoui et Ben Dhia, 1978; Nefzaoui et Abdouli, 1981; Nefzaoui et al., 1982; Nefzaoui et al., 1983; Nefzaoui et Vanbelle, 1983; Nefzaoui, 1983; Nefzaoui et Vanbelle, 1984; Nefzaoui et al., 1985; Nefzaoui et Vanbelle, 1986).

type de grignon	conditions de mesure	digestibilités apparentes		
		MO	MAT	CB
brut	différence	26,2	10,0	-
brut	différence	30,8	6,6	28,4
brut	différence	31,0	9,0	29,6
GET	régression (0 à 40 % de la ration)	43,8	29,1	21,1
GET traité + 7 % soude	différence (0 à 40 % de la ration)	57,1	42,5	50,6
GET traité + 7 % soude	seul avec 10 % mélasse et aggloméré	35,5	45,9	33,3
GET	distribué seul avec 10 % mélasse	50,0	32,2	47,3
GET	distribué seul avec 10 % mélasse et aggloméré	32,2	38,0	22,5
GET traité 2,5 % NH <sub>3</sub>	distribué seul avec 10 % mélasse	43,1	54,7	49,2

Tres hautement lignocellulosiques, les grignons ont une dégradabilité dans le rumen tres lente. Les valeurs maximales atteintes (dégradabilité potentielle) ne sont que de 32 % apres un séjour de 72 heures dans le rumen (Nefzaoui et Vanbelle, 1983; Nefzaoui, 1985; Nefzaoui et al., 1985).

La dégradabilité des matières azotées est aussi très faible et explicable par le fait que 70 à 80 % de l'azote est lié à la fraction lignocellulosique entraînant une faible solubilité de l'azote. Généralement l'azote lié à la fraction pariétale est inaccessible aux enzymes du tractus digestif.

Les dégradabilités potentielles de la MO sont atteintes après 87 heures d'incubation dans le rumen pour le grignon epuise non traité. Le tamisage, les traitements aux alcalis les réduisent sensiblement.

La vitesse de digestion de la MO des grignons augmente suite au tamisage et au traitement à l'ammoniac.

Ces données doivent être considérées en fonction du temps que l'aliment passe dans le tractus gastro-intestinal ou transit de l'aliment, aspect qui sera évoqué ultérieurement.

### 2.3. Ingestion des grignons.

Les données disponibles sont surtout relatives aux grignons épuisés tamisés. Il apparaît que ce type de produit est ingéré en grande quantité (tableau 8) surtout s'il est préalablement mélassé. Des ingestions variant de 85 à 128 g de MS par kg de poids métabolique sont couramment rapportées pour des ovins. Cette ingestion particulièrement élevée, en comparaison avec les autres aliments grossiers, semble être sous le contrôle de facteurs métaboliques (*Nefzaoui, 1985*).

Toutefois, la concentration énergétique des grignons est faible et qu'une ingestion fortement accrue par rapport à ce qu'elle est pour d'autres fourrages n'est pas satisfaisante pour rencontrer les besoins de l'animal.

Ces ingestions élevées et la faible taille des particules (0,5 à 4 mm) font que le transit est particulièrement rapide (19 à 20 heures) (*Nefzaoui, 1985; Nefzaoui et Vanbelle, 1986*) et qu'en fait l'aliment ne dispose pas de suffisamment de temps pour voir sa dégradabilité potentielle atteinte.

Nous avons déjà mentionné que ce type de produit nécessite un temps suffisamment long pour atteindre sa dégradabilité potentielle et que le temps de latence nécessaire au démarrage est relativement long dans le cas des grignons.

Par ailleurs, la présence de matière grasse (grignon non épuisé) ne semble pas influencer l'ingestion volontaire.

#### **Comportement alimentaire et mérycique d'animaux nourris avec des rations à base de grignons.**

L'ingestion des grignons épuisés tamisés (GET) se traduit par un comportement alimentaire très comparable à celui obtenu avec du foin haché. Ce résultat est important en soi, car malgré la faible taille des particules alimentaires du grignon, il assure une rumination normale.

L'intérêt est évident, car ceci nous permet de concevoir la substitution logique entre les aliments grossiers (foin, paille) par des grignons sans être obligés de corriger la ration par l'apport d'autres aliments fibreux. Mais aussi, les grignons peuvent constituer une bonne ration de base pour les concentrés. Les autres aliments grossiers s'ils sont non disponibles peuvent être totalement exclus du régime du ruminant dans ce cas.

Cet aspect fort positif est assurée par les teneurs élevées du grignon en constituants pariétaux qui jouent un rôle de compensation de la structure physique pratiquement absente par une richesse anormalement élevée en lignocellulose et en particulier en lignine.

Nous constatons également à travers ces essais que la présentation des grignons en agglomérés ou "pellets" réduit sensiblement les durées d'ingestion et de rumination; et probablement donc la digestibilité du produit. Ce phénomène s'explique par le fait que l'agglomération est une opération qui inclue entre autres un broyage de l'aliment, donc une réduction des tailles des particules. Ceci se traduit par un transit plus rapide et l'aliment ne dispose plus du temps nécessaire pour être digéré complètement. Cette situation est encore plus aggravée dans le cas des grignons car le transit est encore plus accéléré par les ingestions particulièrement élevées.

Nos mesures donnent des valeurs beaucoup plus basses, indiquant un transit très rapide des deux phases liquide et solide. Ceci constitue un facteur limitant pour une meilleure utilisation des grignons dans le rumen.

tableau 8: Ingestion volontaire de rations à base de grignons d'olive.  
(Nefzaoui et Ben Dhia, 1978; Nefzaoui et Abdouli, 1981; Nefzaoui et Ksaier, 1981; Nefzaoui et al., 1982; Nefzaoui, 1983; Nefzaoui et al., 1983; Nefzaoui, 1985; Nefzaoui et Vanbelle, 1986).

Composition de la ration	Conditions de mesure	Ingestion de la ration	
		Kg/j	g MS/j/P <sup>0.75</sup>
<b>Grignon tamisé non épuisé:</b>			
orge 50, pois 20, mélasse-urée 10, <b>grignon 20</b>	barbarine, 35 kg, 5 semaines, 15 sujets	1,36	95
orge 40, pois 20, mélasse-urée 10, <b>grignon 30</b>	barbarine, 35 kg, 5 semaines, 15 sujets	1,39	98
<b>Grignon épuisé tamisé :</b>			
son 35, mélasse-urée 30, <b>grignon 35</b>	barbarine gestante 56 kg, 20 semaines, 20 sujets	2,15	105
mélasse-urée 30, <b>grignon 70</b>	barbarine gestante 48 kg, 20 semaines, 20 sujets	1,55	85
orge 49, mélasse-urée 11 <b>grignon 40</b>	barbarine, 43 kg, 10 semaines, 10 sujets	1,85	109
orge 22, fève 15, soja 10, mélasse 10, <b>grignon 40</b>	barbarine, 25 kg, 12 semaines, 20 sujets	1,43	129
paille 9, mélasse-urée 8 <b>grignon 83</b>	texel, 28 kg, en cage 8 semaines, 6 sujets	1,41	115
paille 9, mélasse-urée 8 <b>grignon 83</b>	texel, 33 kg, en cage 12 semaines, 6 sujets	1,36	99

La digestion et le transit (ou temps de retention) sont deux processus qui sont en compétition pour la même matière et une partie de l'aliment potentiellement digestible échappe à la digestion et se retrouve dans les feces.

Les vitesses relatives de digestion (C) et de passage (K) déterminent le degré de cette compétition. Le taux total de disparition de n'importe quel fraction de l'aliment, doit être égale à la somme des vitesses de transit et de digestion. De plus, la proportion de la matière potentiellement digestible mais qui échappe à la digestion est donnée par le rapport " C/(C+K) " (Van Soest, 1982).

Ce rapport est de 25 % pour les grignons épuisés et de 40 % pour les grignons non épuisés

tamisés. En d'autres termes, l'animal perd de 25 à 40 % de l'aliment potentiellement digestible à cause d'une vitesse trop rapide de l'aliment à travers le tube digestif.

## **2.4. Valeur alimentaire des grignons.**

La valeur énergétique des grignons est faible (tableau 9). Elle varie de **0.32 à 0.49** unités fourragères "lait" (UFL) et de **0.21 à 0.35** unités fourragères "viande" (UFV), selon la proportion de grignon dans les régimes et de la qualité de la ration complémentaire. Dans le tableau 8 nous résumons les résultats d'une quinzaine d'essais que nous avons menés dans le but de déterminer la valeur nutritive de grignons, essais réalisés sur des ovins en Tunisie (race noir de Thibar) et en Belgique (race Texel).

La teneur en matières azotées digestibles est en moyenne de **15 à 25 g** par kg de matière sèche.

Comme les pailles des céréales, les grignons sont donc des résidus lignocellulosiques, de par:

- leur teneur élevée en lignine (ADL),
- leur faible digestibilité (35 à 40 %),
- leur fermentation dans le rumen de type acétique (71 % acide acétique, 19 % acide propionique et 10 % acide butyrique),
- le comportement alimentaire et mérycique des animaux qui les consomment (durée d'ingestion 280 minutes, durée de rumination 530 minutes par jour).

## **2.5. Amélioration de la valeur alimentaire des grignons.**

### **2.5.1. Le tamisage : moyen indispensable et efficace pour améliorer la valeur alimentaire du grignon.**

La séparation des débris de coques de la pulpe, appelée couramment "tamisage" est devenue une opération indispensable pour une meilleure utilisation des sous-produits de l'industrie oleicole.

Globalement pour le procédé d'extraction par super presse, 100 kg d'olive donnent 33 kg de grignon brut (humidité : 25 %) qui après épuisement laissent 25 à 26 kg de grignon épuisé (humidité : 15 %). Ce dernier, après tamisage et selon le procédé employé donne 13 à 14 kg de débris de coques et 12 à 13 kg de grignon épuisé tamisé (ou pulpe)(humidité : 5 à 8 %).

Cette opération de tamisage est effectuée, dans la plupart des pays, après l'extraction de l'huile de grignon. Toutefois, de nombreuses mises au point et investigations sont en cours de réalisation pour que l'opération de tamisage aie lieu avant l'extraction de l'huile de grignon.

En réduisant la part des débris de coques, le tamisage engendre un produit moins dense et surtout moins riches en constituants parietaux (*Nelzaoui et abdouli, 1981; Nelzaoui, 1983, Nelzaoui, 1985; Nelzaoui et al., 1985; Nelzaoui et Vanbelle, 1986*). Ces derniers se trouvent diminués de 39 %, 43 % et 37 %, respectivement pour le NDF, l'ADF et l'ADL, ce qui est presque équivalent à un traitement avec 6 % de soude (tableau 10 et figure 5).

tableau 9 : estimation de la valeur énergétique des grignons épuisés tamisés  
(Nefzaoui et Abdouli, 1951; Nefzaoui et Ksaier, 1951; Nefzaoui et al.,  
1952; Nefzaoui, 1953; Nefzaoui et al., 1953; Nefzaoui, 1955; Nefzaoui et  
Vanbelle, 1956)

grignon épuisé tamisé	CUDA MO	UFL	UFV	composition du régime
non traité (35 %)	30	<b>0.33</b>	0.21	300 g de paille/j + à volonté un mélange composé de <u>35 % de grignon</u> , 35 % son, 26 % mélasse, 2 % urée et 2 % CMV.
non traité (70 %)	27	<b>0.32</b>	0.20	300 g paille/j + à volonté un mélange composé de <u>70 % grignon</u> , 26 % mélasse, 2 % urée et 2 % CMV.
non traité (40 %)	44	<b>0.49</b>	0.37	500 g foin/j + à volonté un mélange composé de <u>40 % grignon</u> , 49 % orge, 8 % mélasse et 3 % CMV.
traité 4 % soude	57	<b>0.69</b>	0.58	idem ( <u>40 % grignon</u> traité avec 4 % soude).
traité 4 % soude (40 % + urée)	53	<b>0.63</b>	0.52	idem + 1.6 % urée.
non traité aggloméré (85 %) **	32	<b>0.38</b>	0.25	mélange composé de <u>85 % grignon</u> , 13.8 % mélasse et 1.2 % urée distribué à volonté après agglomération.
traité 4 % soude aggloméré (85 %) **	36	<b>0.43</b>	0.30	idem <u>85 % grignon</u> traité 4 % de soude
non traité (85 %) **	40	<b>0.48</b>	0.36	mélange composé de <u>85 % grignon</u> et 15 % mélasse distribué à volonté.
traité 2.5 % NH <sub>3</sub> (ensilage, 85 %)	43	<b>0.54</b>	0.45	mélange composé de <u>85 % grignon</u> et 15 % mélasse ensilé en présence de 2.5 % ammoniac puis distribué à volonté tel quel.

\* L'énergie brute (y) a été calculée selon l'équation de Demarquilly et Andrieu avec un  $\alpha = 82$  (Alimentation des ruminants, ed. INRA - France).

\*\* valeurs relatives à l'ensemble du mélange.

Cette opération améliore la digestibilité de la MO de 40 % sans pour autant modifier la vitesse de transit des aliments dans le tractus gastro-intestinal, qui reste très rapide. Les améliorations de digestibilités ne peuvent d'ailleurs être expliquées que par des digestibilités

potentielles différentes et/ou des vitesses de digestion différentes. A cet effet, le tamisage améliore les digestibilités potentielles de 36, 47 et 47 % respectivement de la MO, de la lignocellulose et des matières azotées (tableau 10).

*tableau 10 : Amélioration de la digestibilité des grignons par le tamisage en comparaison avec le traitement aux alcalis.  
(Nefzaoui et al., 1984; Nefzaoui, 1985)*

traitements	digestibilité <i>in sacco</i> en p. cent	
	MO	ADF
épuisé non traité	29,93	10,37
épuisé tamisé	43,23	27,06
épuisé traité 6 % soude	45,20	27,14
épuisé traité 6 % ammoniac	54,12	33,82
épuisé traité 6 % carbonate de sodium	37,28	20,64

\* les traitements aux alcalis ont été réalisés à froid (ensilage) dans des sacs en polyéthylène de 20 kg.

\*\* les mesures de digestibilité *in sacco* ont été effectuées sur des ovins .

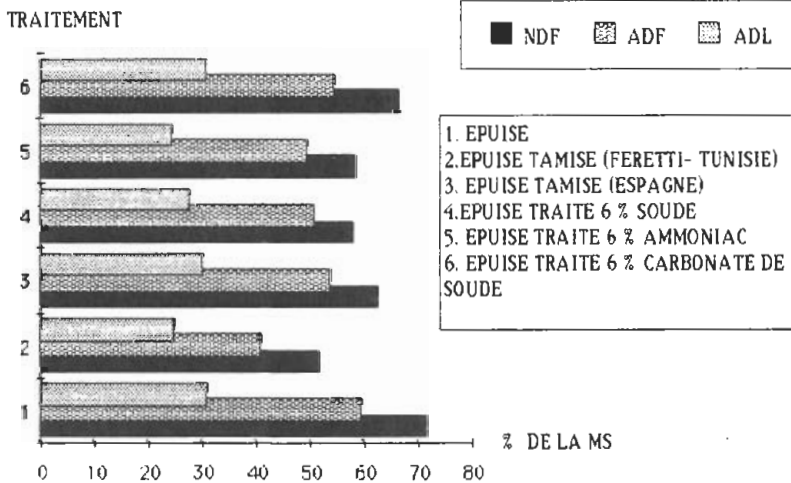


figure 5 : influence du tamisage et des traitements aux alcalis sur les constituants pariétaux (Nefzaoui, 1985)

Plusieurs types de séparateurs sont commercialisés : séparateur par criblage rotatif, séparateur pneumatique à double cône vertical, séparateur de cribles plats, séparateur pneumatique de sauts en cascades, séparateur pneumatique à cribles.

### 2.5.2. Les traitements aux alcalis.

A la lumière des nombreux essais que nous avons menés depuis 1977, nous pouvons récapituler les faits suivants. (Nefzaoui et Ben Dhia, 1978; Nefzaoui et Abdouli, 1981, Nefzaoui et al., 1983; Nefzaoui, 1983; Nefzaoui et Vanbelle, 1984; Nefzaoui et al. 1985; Nefzaoui, 1985; Nefzaoui et Vanbelle, 1986; Nefzaoui, 1987).

#### Le traitement à la soude de type industriel.

L'amélioration de la digestibilité des grignons est possible par le traitement à la soude. Ce dernier est efficace en présence de chaleur et nécessite au moins 40 g de reactif par kg de produit. Le lavage ou la neutralisation, pour éliminer l'excès d'alcali, n'est pas nécessaire. Le traitement des grignons non épuisés est à proscrire à cause des réactions de saponification qui peuvent avoir lieu.

La délignification et la libération partielle de l'azote lié aux constituants pariétaux ne s'accompagnent que d'une faible amélioration de la digestibilité et des performances.

L'agglomération (réduction de la taille des particules + chaleur + pression) se traduit par l'augmentation des teneurs en constituants pariétaux et de l'ingestion, mais aussi par la diminution de la digestibilité de la MO (-25 %) et surtout des "fibres" (-32 %).

#### Alternatives à la soude et au traitement industriel

Les traitements de type industriel nécessitent des investissements élevés. L'addition de l'alcali puis la conservation du produit en absence d'oxygène (ensilage) constitue une alternative particulièrement attrayante. De plus, pour les grignons cette alternative offre des avantages supplémentaires :

- Mettre à la disposition de l'agriculteur une technique facilement réalisable à l'échelle de la ferme (technique semblable à celle du traitement de la paille). Les améliorations que nous obtenons par cette technique de traitement sont comparables, voire supérieures, à celles obtenues par la méthode industrielle.

- Le carbonate de sodium et surtout l'ammoniac constituent donc des alternatives à la soude (tableau 11)

- L'ammoniac est aussi efficace que la soude pour améliorer la valeur nutritive des grignons. De plus, il présente plusieurs avantages supplémentaires:

- Contrairement à la soude, il ne détruit pas les acides aminés. En effet, le traitement à la soude détruit en moyenne 30 % des acides aminés.

- Il constitue un apport d'azote non protéique non négligeable et dont l'ingestion ne pose aucun problème de toxicité (ingestion étalée sur toute la journée).

- L'ingestion du grignon traité à l'ammoniac ne s'accompagne pas d'une augmentation de la consommation d'eau ni du taux de dilution de la phase liquide du rumen qui est déjà très élevée.

- Il ne laisse pas dans le produit traité des résidus qui seraient potentiellement nocifs pour l'animal. De plus, dans les régions à pluviométrie limitée, certaines précautions



doivent être prises en considérations : d'une part, les animaux nourris avec des produits traités à la soude doivent avoir accès à l'eau en permanence et d'autre part, l'épandage de grandes quantités de fumure chargée en sodium peut poser à long terme un problème de salinité pour certains types de sols.

*tableau 11: comparaison du traitement à la soude de type industriel et d'ensilage de grignon épuisé tamisé en présence d'ammoniac.  
(Nelzaoui, 1985; Nelzaoui et Vanbelle, 1986; Nelzaoui, 1987)*

rations <sup>4</sup>	R1	R2	R3	R4
ingestion	115	117	99	98
consommation d'eau (1)	204	458	194	218
digestibilités				
MO	32.2	35.5	39.6	43.1
MAT	38.0	45.9	29.0	54.7
hémicellulose	49.4	61.8	60.0	62.5
cellulose	26.0	28.8	43.2	49.5
rétention azotée(2)	11.9	14.0	16.4	22.0
DUI (3)	1.19	1.78	3.28	2.73
DUR(3)	3.67	3.15	6.22	5.21

(1) ingestion en g par kg P<sup>0.75</sup>; consommation d'eau en ml par kg P<sup>0.75</sup> et par jour.

(2) la rétention azotée est exprimée en % de l'azote ingéré.

(3) DUI : durée unitaire d'ingestion en minutes par g de MS ingéré/jour/kg P<sup>0.75</sup>.

DUR : durée unitaire de rumination en minutes par g de MS ingéré/jour/kg P<sup>0.75</sup>

(4) Rations :

R1 : grignon épuisé tamisé aggloméré;

R2 : grignon épuisé tamisé + 4 % soude aggloméré;

R3 : grignon épuisé tamisé tel quel;

R4 : grignon épuisé tamisé ensilé en présence de 2.5 % d'ammoniac gazeux.

## CONCLUSIONS

Dans une conjoncture internationale difficile, et face à la concurrence d'autres huiles alimentaires végétales, il importe de redonner à l'huile d'olive la place qu'elle se doit d'occuper sur les marchés nationaux et internationaux. Pour ce faire, l'on se doit d'agir sur les facteurs agronomiques, techniques et économiques, afin d'augmenter les rendements et abaisser les coûts de production... La valorisation des sous-produits de l'olivier s'inscrit dans ce contexte, car ils constituent bien une source potentielle de revenus complémentaires susceptibles de contribuer à l'amélioration de la rentabilité des exploitations oléicoles.

Actuellement les sous-produits de l'oléiculture sont partiellement ou totalement perdus pour beaucoup de pays, alors que leurs possibilités d'emploi sont nombreuses.

*Ils constituent une source d'approvisionnement :*

- **d'huile supplémentaire** (huile de grignon) utilisable pour la consommation humaine ou dans l'industrie;
- **d'aliment de bétail** (feuilles et brindilles, grignons, concentré de margine, protéines unicellulaires, ...);
- **d'énergie** (combustion du bois de taille, des coques de grignon, biométhane des margines,
- **de panneaux de particules** (coques, agglomérés de bois, ...);
- **de fertilisants** (margines, grignons);
- **de produits chimiques à nombreuses applications industrielles ou agro-alimentaires** (furfural, conservants naturels et protéines unicellulaires des margines, ).

*De plus, la valorisation de ces sous-produits permet :*

- d'une part, de **résoudre en grande partie les problèmes posés par les effluants de l'huilerie** et qui ont un pouvoir polluant très élevé,
- d'autre part, de **contribuer à combler le déficit fourrager** et de faire face aux périodes chroniques de "soudure" et de disette qu'on rencontre surtout dans les pays de l'Afrique du Nord et du Moyen Orient.

*Schématiquement, la valorisation optimale des sous-produits de l'olivier permettra d'avoir:*

- A partir des grignons, l'équivalent de 8526 milliards de Kcal (combustible) ou 0.7 milliards d'unités fourragères (alimentation du bétail).
- A partir des margines, l'équivalent de 320 millions de m<sup>3</sup> de biométhane (fermentation anaérobie) ou 29 à 92 milles tonnes de K<sub>2</sub>O, 5 à 16 milles tonnes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1.3 à 4.2 milles tonnes de MgO (fertilisants).
- A partir des résidus de la taille, l'équivalent de 24000 milliards de Kcal (combustible) ou 3.5 milliards d'unités fourragères (alimentation du bétail).

Enfin, les travaux de recherche entamés depuis déjà deux décennies dans les pays du bassin méditerranéen, nous permettent de séparer ces résidus, selon l'état d'avancement des investigations et les impératifs des différents pays, en deux groupes :

*- Ceux dont l'utilisation est techniquement établie et la rentabilité économique ne fait plus de doute : il s'agit de la valorisation des grignons et des feuilles et brindilles dans l'alimentation du bétail.*

*- Ceux qui sont encore au stade d'étude et où un effort d'investigation doit être poursuivi. il s'agit de l'obtention de biogaz, de concentré de margines, de protéines unicellulaires et de furfural.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- Alibes, X. et Berge, Ph., 1983. Division de la Production et de la Santé Animale. FAO, Rome, 1983.  
 Alibes, X., Munoz, F., Faci, R., Perez-Lanzac, J., Gonzalez Carbajo, A.: 1982. XX Reunion Cientifica de la SINA, Zaragoza, 10pp.

- Ben Rouina, B.: 1986. In : International Symposium on olive by products valorization (eds.FAO), Sevilla (Spain) March 1986. pp. 483.
- Ben Rouina, B. et Nefzaoui, A.: 1988. In : Journées Nationales sur l'Utilisation des Sous-Produits Agricoles et Agro-Industriels en Alimentation Animale. Tunis le 28 et 29 Juin 1988.
- Boza, J. et Guerrero, J.E.: 1981. In : International Symposium: nutrition et systèmes d'alimentation de la Chèvre. (ITOVIC - INRA, France). Vol. II : 635-642.
- Cantarelli, C. et Montedero, G., 1974. In : Naturliche und synthetische zusatzstoffe in der Nahrung der Menschen. C.I.I.A. Symposia. Darmstadt. pp. 84.
- Civantos, L., 1981. In : Séminaire International sur la Valorisation des Sous Produits de l'Olivier. PNUD/FAO. Monastir, Tunisie, Decembre 1981, pp : 81 - 84.
- Civantos, L.: 1983. In : Valorisation des sous-produits de l'olivier. réunion du comité Technique (eds FAO), Madrid (Espagne), Nov. 1983. pp. : 143-145
- Di Gregorio, P., 1981. In : Séminaire International sur la Valorisation des Sous Produits de l'Olivier. PNUD/FAO. Monastir, Tunisie, Decembre 1981, pp : 34-37.
- Gomez Cabrera, A., Parellada, J., Garrido, A. et Ocana, F.; 1982. Avances en Alimentacion y Mejora Animal., Vol. XXIII (11), 75-77.
- Martilotti, F. et Danese, V.: 1982. Ann. Ist. Sper. Zootec.
- Martilotti, F., 1983. Division de la Production et de la Santé Animale, FAO, Rome, 1983.
- Maymone, B., Sblendorio, A. et Ceci Ginestrelli, D., 1950. Ann. Ist. Sper. Zootec., 4 : 1-19.
- Molina, E., Nefzaoui, A. et Vanbelle, M.; 1986. In : Internation Symposium on Olive By Products Valorization (eds. FAO Madrid). Sevilla (Spain), March 1986. pp. : 403-418.
- Nefzaoui, A. et Ben Dhia, M.; 1978. In : Séminaire International sur l'Olivier et Autres Plantes Oléagineuses Cultivées en Tunisie (eds. ONH-Tunisie), Mahdia (Tunisie) 3-7 Juillet 1978. pp. : 333-346.
- Nefzaoui, A.; 1978. In : Séminaire International sur l'Olivier et Autres Plantes Oléagineuses Cultivées en Tunisie (eds. ONH-Tunisie), Mahdia (Tunisie) 3-7 Juillet 1978. pp. : 347-362.
- Nefzaoui, A. et Ksaier, H., 1981. In : Séminaire International sur la Valorisation des Sous Produits de l'Olivier. FAO/PNUD. Monastir, Tunisie, Decembre 1981. pp : 65-66.
- Nefzaoui, A., Abdouli, H. et Ksaier, H., 1981. In : Séminaire International sur la Valorisation des Sous Produits de l'Olivier. FAO/PNUD, Monastir, Tunisie. 1981, pp : 67-72.
- Nefzaoui, A., Marchand, S. et Vanbelle, M., 1982. In : Tropical Animal Production For The Benefit Of Man. International Colloquium, Antwerp, Belgium, Decembre 1982, pp : 309-314.
- Nefzaoui, A., Hellings, Ph. et Vanbelle, M., 1983. In : 34th Annual Meeting of the EAAP Study Commission. Madrid, October 1983. pp : 118.
- Nefzaoui, A., 1983. Division de la Production et de la Santé Animale. FAO, Rome, 1983.
- Nefzaoui, A. et Vanbelle, M., 1983. In: Réunion du Comté Technique-Valorisation des Sous Produits de l'Olivier. FAO, Madrid, Novembre 1983, pp : 37-47.
- Nefzaoui A. et Vanbelle M., 1984. Publication du laboratoire de Biochimie de la Nutrition (UCL). 80 pp.
- Nefzaoui, A., 1985. Thèse de Doctorat. Université Catholique de Louvain (Belgique).
- Nefzaoui, A., Molina, E., Outmani, A. et Vanbelle M., 1985. Archivos de Zootecnia, vol. 33, num. 127 : 219-236.
- Nefzaoui A., Wattiaux M. et Vanbelle M., 1985. Publication du Laboratoire de Biochimie de la Nutrition, num. 42 (UCL). 72 pp.
- Nefzaoui A., 1986. Rapport de Consultation (FAO/Division de la Santé et de la Production Animale - Rome).
- Nefzaoui A., 1986. In : Séminaire International sur la Technologie de l'Huile d'Olive et la Valorisation des Sous-Produits. (eds. FAO). Izmir (Turquie), 20-24 Octobre 1986.
- Nefzaoui A. et Vanbelle M., 1986. Animal Feed Science and Technology, 14 : 139-149.
- Nefzaoui, A., 1987. Agronomie et Horticulture, 1 : 26-48.
- Nefzaoui, A.; 1987. Agronomie et Horticulture, 2 (sous-presses).
- Sansoucy, R., Alibès, X., Martilotti, F., Nefzaoui, A. et Zoïopoulos, P.; 1983. Etude FAO num. 43 (Division de la Production et de la Santé Animale) (FAO-Rome).
- Theriez, M. et Boule, G.; 1970. Ann. Zootechn., 19 (2) : 143.

- Van Soest, P.J., 1982. In : Nutritional ecology of the ruminant. ed. Van Soest P.J., O & Books Inc. Oregon, 97330.
- Vazquez Roncero, A., Graciani Constante, E. et Maestro Duran, R., 1970. Grasas y Aceites, 25 (5) : 269.
- Vazquez Roncero, A., Janer del Valle, C. et Janer del Valle, M.L.; 1973. Grasas y Aceites, 24 (6) : 350.
- Vazquez Roncero, A., Maestro Duran, R. et Graciani Constante, E., 1974. Grasas y Aceites, 25 (6) : 341.
- Zoiopoulos, P.E.; 1983. Animal Production and Health Division (FAO-Rome), 77 pp.



**P o n e n c i a VI (2)**

**SITUACION ACTUAL EN EL APROVECHAMIENTO  
DE SUBPRODUCTOS DE OLIVAR.  
RECIENTES APORTACIONES DE NUESTRO  
LABORATORIO**

J. F. AGUILERA (\*)

E. MOLINA (\*)

J. BOZA (\*)

(\*) Estación Experimental del Zaidín (C.S.I.C.) - Granada.



SITUACION ACTUAL EN EL APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DE OLIVAR  
RECIENTES APORTACIONES DE NUESTRO LABORATORIO

J.F. Aguilera, E. Molina y J. Boza

Estación Experimental del Zaidín (CSIC). Granada. España

El empleo de subproductos, productos de desecho y otros recursos marginales en los sistemas actuales de producción animal despierta un gran interés, que se ha visto impulsado por la disposición generalizada hacia el uso de raciones de composición compleja, hoy posible gracias a los avances experimentados en tecnología y a la difusión de sistemas de evaluación energética y proteica de gran solidez científica..

Es necesario subrayar que el uso de estos recursos en producción animal requiere inexcusablemente su compatibilidad económica. Como señala RAYMOND (1980) debe rechazarse la idea de la existencia de una especie de imperativo moral que mueve a la utilización de estos recursos marginales, con independencia de la pertinencia económica de su empleo, por cuanto que su utilización económicamente costosa implica necesariamente la infrautilización de algún otro recurso en el sistema total de producción. La situación es dinámica y los programas de investigación y desarrollo pueden transformar recursos inútiles en fuentes valiosas de nutrientes. Tampoco es estático el medio económico; muy al contrario, se producen alteraciones en los precios relativos de las materias primas que convierten a un recurso rechazable en interesante. Baste, a título de ejemplo, citar el uso extendido en la actualidad de paja de cereal en alimentación animal, recurso que hace 15 años se quemaba.

La inclusión de los subproductos y residuos del olivar en la nutrición de los rumiantes está sujeta a las anteriores consideraciones.

Desde la celebración de la Primera Reunión Científica sobre "Nuevas fuentes de Alimentos para la Producción Animal" en esta misma ciudad en 1978, han sido varias las reuniones científicas que han tenido lugar



en nuestro país que se han dedicado, bien monográficamente, bien parcialmente, a la recopilación y análisis de datos relativos al uso de los subproductos del olivar en producción animal. Citaremos por su carácter específico la Reunión Internacional del Comité Técnico Permanente para la Valoración de Subproductos del Olivar y el Simposio Internacional sobre la Valoración de Subproductos del Olivar, celebrados bajo el patrocinio de FAO en Madrid en 1983 y Sevilla en 1986, respectivamente. Junto a ellas, por sólo aludir a las más específicas, la Segunda Reunión Científica sobre "Nuevas fuentes de Alimentos para la Producción Animal", celebrada en Córdoba en 1983. En todas ellas se presentaron revisiones extensas y trabajos experimentales muy sólidos sobre aspectos varios relacionados con el uso de subproductos y residuos del olivar en la alimentación del ganado. El objetivo de esta reunión científica es el de procurar información reciente y detallada que facilite la utilización de recursos no convencionales en los sistemas actuales de producción animal. Por ello nos vamos a limitar a señalar recientes aportaciones de nuestro laboratorio al conocimiento del potencial nutritivo de orujos y pulpas de aceituna, de melazas de aceituna y al de su utilización en raciones prácticas. No vamos, pues, a insistir en cuestiones de carácter general, ya estudiadas en anteriores reuniones.

Los trabajos de investigación realizados en la Unidad de Fisiología Animal de la Estación Experimental del Zaidín (CSIC) en el curso de los años 1984 y 1985 se encaminaron a aportar datos adicionales que proporcionasen un mejor conocimiento de la digestibilidad in vivo y valor energético del orujo de aceituna y, al mismo tiempo, a obtener ecuaciones específicas, basadas en la aplicación de métodos de laboratorio, con las que estimar el valor nutritivo de orujos y pulpas de aceituna, con vistas a su inclusión racional en dietas prácticas (AGUILERA y MOLINA, 1986).

La mayor parte de las cerca de 500.000 Tm de orujo de aceituna que produce España se origina en Andalucía. Las extraordinarias implicaciones económicas e incidencia que su utilización racional tendría en

zonas calificadas como deficitarias en recursos forrajeros, nos obligan a ser extraordinariamente prudentes a la hora de discernir sobre su utilidad para la alimentación del ganado. La insuficiencia y extraordinaria heterogeneidad, no siempre explicable, de los datos bibliográficos entonces disponibles, fueron causas adicionales que nos impulsaron a esta tarea. En cualquier caso, no cabe duda de que potenciar el valor nutritivo de los orujos y pulpas de aceituna constituye un reto importante.

La tabla 1 recoge los resultados más sobresalientes de estos trabajos, en los que se estudió el efecto del tratamiento alcalino sobre el valor nutritivo, determinado en corderos, de un orujo de aceituna extractado y parcialmente deshuesado. Los coeficientes de digestibilidad de MS y MO, inicialmente muy bajos, experimentan una importante mejora significativa por el tratamiento alcalino, sin que se aprecien diferencias estadísticamente válidas entre los tres niveles superiores de incorporación del hidróxido sódico. La intensidad del efecto del álcali es similar a la observada en otros recursos muy lignificados y corrobora los resultados de nuestro laboratorio obtenidos *in vitro*. Contrariamente, la utilización digestiva de la fracción nitrogenada no es significativamente sensible al tratamiento. El bajo contenido en nitrógeno del recurso, el elevado porcentaje del mismo unido a la pared celular y la falta de efecto de solubilización por el tratamiento alcalino son las causas que explican la bajísima disponibilidad de la fracción nitrogenada.

La digestibilidad de la energía y su metabolicidad mejoran significativamente con el tratamiento alcalino, observándose incrementos de hasta 13,7 y 13,4 unidades porcentuales. Consecuentemente, el contenido en energía digestible pasa de 5,41 a 7,61 MJ/Kg de MS y el de energía metabolizable de 4,22 a 6,46 MJ/Kg de MS. A pesar de este espectacular incremento el valor energético del producto tratado es igual, cuando no inferior, al de pajas de cereales no tratadas con álcali (5,6-7,3 MJ EM/Kg MS).

La medida en cámaras de respirometría de la producción de  $\text{CH}_4$  derivada de la fermentación ruminal del orujo permitió observar que dicha producción fue siempre moderada con tendencia a elevarse con el nivel de incorporación del álcali: las cifras se situaron entre 9,3 y 11,2 litros/Kg MO del orujo. Ello concuerda con observaciones de otros autores (NEFZAQUI y col., 1983) que han obtenido producciones débiles de AGV en el rumen derivadas de la fermentación de orujos de aceituna, que aumentaban ligeramente con el tratamiento alcalino.

¿Cuál es la contribución de los distintos constituyentes de la pared celular a la mejora del valor energético del orujo que comporta el tratamiento con álcali?. Dado que el orujo de aceituna es particularmente rico en estos constituyentes nos pareció interesante conocer la respuesta al anterior interrogante (MOLINA y AGUILERA, 1988). En todo caso son escasísimos los datos que aporta la bibliografía en relación con la utilización digestiva, cuantificada in vivo, de los componentes de la pared celular de orujos de aceituna. Sólo se dispone de los datos aportados por NEFZAQUI (1985) para un orujo de aceituna tratado o no con un 4% de NaOH.

Puede apreciarse en la tabla 2 que la digestibilidad de las fracciones insolubles en detergente neutro (FND), lignocelulosa (FAD), lignina y celulosa aumenta muy significativamente con el tratamiento alcalino, sin que las dosis de NaOH superiores al 5% tengan un efecto adicional favorable sobre el que se registra con este nivel de incorporación de álcali. Por el contrario, no se observan diferencias significativas en la digestibilidad de las hemicelulosas imputables al tratamiento alcalino.

La ruptura de puentes de hidrógeno y la saponificación de uniones éster entre celulosa y hemicelulosas, con alteración de la estructura de la pared celular, son las causas que parecen explicar la mayor utilización digestiva de las fracciones anteriormente mencionadas, como consecuencia de la acción del álcali. Por otro lado, la aparente digestibi-

lidad de la lignina podría deberse a la formación en el rumen de complejos solubles lignina-carbohidratos, en presencia de carbohidratos no estructurales (HARTLEY, 1973; GAILLARD y RICHARD, 1975). Limitaciones inherentes a la metodología analítica podrían, así mismo, ser responsables de esta aparente digestibilidad de la fracción LAD.

La mejora de la digestibilidad de la MO del orujo tratado con álcali y, consecuentemente, de su valor energético se debe fundamentalmente al aumento que experimenta la digestibilidad de los componentes de su pared celular. Además, el incremento en la disponibilidad de los contenidos celulares, fracción en la que se cuantifican las hemicelulosas solubilizadas tras el tratamiento alcalino, contribuye en menor grado a mejorar la digestibilidad de la materia orgánica del orujo.

La tabla 3 muestra las ecuaciones de regresión lineal que relacionan la digestibilidad in vivo de la MS, MO y energía con la composición química y degradabilidad del orujo de aceituna. No hemos encontrado publicadas ecuaciones específicas similares, que permitan estimar el valor nutritivo de los orujos y pulpas de aceituna. Conviene recordar que las estimaciones basadas exclusivamente en el análisis de componentes brutos, según el clásico esquema Weende, conducen a enormes desviaciones, responsables de un buen número de fracasos en la utilización práctica de este recurso.

Merece la pena destacar que las estimaciones basadas en la cuantificación de la solubilidad en celulasa de *Trichoderma viride* muestran la mayor precisión con ventaja sobre el método basado en la determinación de la digestibilidad in vitro. No obstante lo anterior, existe una técnica físico-química que le supera en precisión: La medida de la densidad óptica o absorbancia a 280 nm, según la técnica desarrollada por NEFZAQUI (1985), es extraordinariamente simple y permite la estimación de la digestibilidad in vivo de los constituyentes de la pared celular de materiales lignocelulósicos tratados con álcali. El tratamiento alcalino libera grupos fenólicos que presentan un máximo de absorción a

280 nm. Dado que en el caso de los orujos y pulpas de aceituna aquellos constituyentes representan la mayor parte de la fracción orgánica, la medida de la absorbancia puede utilizarse para estimar la digestibilidad de la materia orgánica. Las ecuaciones de regresión simple que hemos obtenido a partir de los datos de digestibilidad in vivo de los componentes de la pared celular y los valores de absorbancia figuran en la tabla 4. Las desviaciones standard residuales son inferiores a las correspondientes a las ecuaciones derivadas de la aplicación de métodos químicos, enzimáticos o de digestibilidad in vitro.

La tabla 5 muestra la composición química de una serie de muestras de pulpa de aceituna, tomadas en distintos puntos de una planta experimental de extracción de aceite, según un proceso en estudio, que comprende un deshuesado previo de la aceituna seguido de la extracción, de modo tal que se evita la elución de compuestos solubles, que quedan en la pulpa extractada. Es evidente que el procedimiento es de gran interés desde los puntos de vista nutritivo y ecológico. En relación con la composición de los orujos deshuesados es notable la reducción que experimenta la fracción de componentes de la pared celular y el consiguiente incremento de los contenidos celulares. La aplicación a estas pulpas de las ecuaciones específicas de predicción del valor nutritivo, basadas en la composición química o en la solubilidad en celulasa, revela un contenido energético bastante más elevado que el de los orujos de aceituna, como resultado de su menor grado de lignificación y de la mayor contribución de los contenidos celulares (tabla 6). Es claro que este procedimiento de extracción del aceite abre nuevas expectativas para el aprovechamiento del subproducto en la alimentación del ganado.

La aplicación del sistema Vinge a la industria oleícola evita la formación de alpechín en el proceso de extracción del aceite al concentrar la fase líquida acuosa en evaporador, para dar lugar a un subproducto concentrado, de aspecto siruposo, parduzco, rico en azúcares, no fermentescible, de composición que recuerda en varios aspectos a las melazas de remolacha (tabla 7). Si desde el punto de vista de la lucha

contra la polución ambiental el proceso es de extraordinaria importancia, no lo es menos el producto originado, denominado melazas de aceituna o concentrado Vinge, desde una óptica nutritiva, por cuanto constituye un recurso rico en carbohidratos solubles que puede representar un excelente complemento de los orujos y pulpas de aceituna, si se le utiliza en la proporción adecuada.

La fracción orgánica de este concentrado está constituida principalmente por extractivas libres de nitrógeno, en tanto que aproximadamente un tercio de su fracción mineral es potasio. Cobre y manganeso están presentes en cantidades semejantes o inferiores a las contenidas, por ejemplo, en algunas semillas de leguminosas y granos de cereales. Estas melazas de aceituna se han incluido en dietas prácticas en las que alcanzaban hasta el 10% de la ración, suplementando el orujo de aceituna en la relación orujo/melazas 10:2 ó 10:3, ensayadas en ovino en gestación y lactación. Dicho estudio forma parte de un proyecto de investigación titulado: "Posibilidades de empleo de la asociación pulpa de aceituna-concentrado Vinge en la alimentación de ganado ovino" que ha sido subvencionado por la Sociedad Cooperativa Orujera Ntra Sra de Araceli, de El Tejar (Córdoba). El trabajo se ha desarrollado en las instalaciones del Centro Pecuario de la Excma Diputación Provincial de Córdoba, en colaboración con nuestro laboratorio y con el Departamento de Farmacología y Toxicología de la Universidad de Córdoba. El estudio hemático, realizado según el perfil metabólico de Compton, tanto en ovejas como en corderos, no presentó ningún tipo de anomalía imputable al empleo de aquellos recursos.

Superado el escollo de la predicción de su valor nutritivo con razonable precisión, el empleo de orujos y pulpas de aceituna en raciones prácticas requiere desarrollar métodos eficaces de suplementación que maximicen la eficiencia de utilización de estos recursos lignocelulósicos. Los productos pobres en N utilizable aumentan su deficiencia en este nutriente al ser sometidos a tratamientos que potencian su digestibilidad, de modo que se hace necesaria la suplementación nitrogena-

da para conseguir efectividad en el tratamiento. La complementación con otros recursos energéticos que optimicen la actividad fermentativa ruminal y provean los nutrientes necesarios para cubrir los requerimientos del animal en producción es otro aspecto de notable interés, sobre el que la información actualmente disponible es insuficiente.

Formando parte del proyecto anteriormente mencionado estamos actualmente llevando a cabo en las instalaciones que la Fundación Rodríguez Penalva tiene en Huescar, dependientes de la Excma Diputación Provincial de Granada, unos ensayos de alimentación con el objetivo de determinar la capacidad nutritiva de una serie dietas equilibradas que incluyen orujos de aceituna extractados y parcialmente deshuesados, sometidos o no a tratamientos alcalinos, y melazas de aceituna. El experimento se realiza sobre un total de 140 ovejas de raza Segureña en gestación y en lactación, distribuidas en siete lotes experimentales, en régimen de estabulación.

Los animales reciben una alimentación compuesta de un forraje (heno de mediana calidad) y un concentrado formulado en función de las necesidades específicas de la gestación y de la lactación.

Siguiendo un diseño factorial 2x3 y frente a un concentrado testigo, constituido por la asociación de torta de girasol y cebada, se ensaya un total de seis concentrados que difieren en el nivel de inclusión del orujo de aceituna y en el tratamiento preliminar de éste: utilización directa o tratamiento alcalino con 50g de NaOH/Kg o 35g de NH<sub>3</sub>/Kg. Las melazas de aceituna se incluyen en la proporción constante del 20% con respecto al orujo (tabla 8).

El ensayo se inició al abordar los animales el último tercio de la gestación (2 meses antes de la fecha previsible de parto con una tolerancia de  $\pm$  1 semana). Durante esta fase experimental los animales consumieron los concentrados cuya primera inicial es A o B, para pasar a consumir en lactación los concentrados C y D, respectivamente.

Sólo disponemos de datos, aún provisionales, relativos a la fase de gestación. La figura 1 muestra un diagrama de los aumentos medios de peso de los distintos lotes en el último mes de gestación. La ingesta total de EM fue en el último mes de gestación de 16,7 MJ, de los que 7,1 corresponden al forraje, lo que supone un 18% en exceso sobre las necesidades energéticas medias para este período, de acuerdo con el ARC (1980). Los incrementos de peso vivo oscilaron entre 193 y 290 g/animal y día. Salvo el lote BST - que consume un concentrado que contiene un 25% de orujo de aceituna no tratado - que mostró un incremento de peso inferior al de 210 g/animal y día, obtenido en el lote testigo, las ganancias de peso en todos los lotes experimentales fueron superiores a las de éste. La diferencia alcanzó validez estadística para el lote BTS, es decir, el que consume concentrado con un 25% de orujo de aceituna tratado con 50 g/Kg de NaOH, como puede apreciarse en la tabla 9. No se observaron diferencias significativas imputables al nivel de inclusión de orujo y sí al tratamiento previo del orujo, correspondiendo los resultados más favorables al tratamiento con NaOH.

El costo económico fue sensiblemente igual en todos los regímenes alimenticios ensayados.

Estos resultados, aunque provisionales, nos permiten concluir que es posible la inclusión de orujo de aceituna en raciones para ovejas en gestación, particularmente si aquellos se someten previamente a tratamiento alcalino, y si se evalúa correctamente su capacidad energética y proteica.

#### BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA, J.F. y MOLINA, E. 1986. Ann. Zootech., 35, 205-218.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, ARC, 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux. Londres, 315 p.
- GAILLARD, B.D.E. y RICHARDS, G.N. 1975. Carbohydr. Res., 42, 135-145.



- HARTLEY, R.D. 1973. *Phytoch.*, 12, 661-665.
- MOLINA, E. y AGUILERA, J.F. 1988. *Ann. Zootech.*, 37, \_\_ - \_\_.
- NEFZAQUI, A. 1985. Valorisation des résidus lignocellulosiques dans l'alimentation des ruminants par les traitements aux alcalis. Application aux grignons d'olive. Thèse Docteur Ing. Faculté des Sciences. Université Catholique de Louvain, 345 p.
- NEFZAQUI, A., HELLING, Ph. y VANBELLE, M. 1983. Ensiling olive pulp with ammonia: Effects on voluntary intake and digestibility measured by sheep. 34th Annual Meeting of the study commission. EAAP. Madrid, p. 198.
- RAYMOND, W.F. 1980. En "By-Products and Wastes in Animal Feeding". Occasional Publication No 3 (E.R. Orskov, ed.). British Society of Animal Production. Reading, p. 3.

TABLA 1

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD MEDIOS Y VALOR ENERGETICO DE UN ORUJO DE ACEITUNA EXTRACTA-  
 DESHUESADO. EFECTO DEL TRATAMIENTO CON NaOH (n=6)

g NaOH/100 g de orujo:	0	5	7,5	10	SEM	Nivel de significación
Matéria seca	26,3 <sup>a</sup>	38,8 <sup>b</sup>	38,7 <sup>b</sup>	42,2 <sup>b</sup>	1,22	***
Matéria orgánica	26,9 <sup>a</sup>	35,6 <sup>b</sup>	34,2 <sup>b</sup>	36,3 <sup>b</sup>	1,51	**
Proteína bruta	4,3 <sup>a</sup>	23,8 <sup>b</sup>	16,0 <sup>b</sup>	14,8 <sup>b</sup>	3,10	**
Carbón	25,5 <sup>a</sup>	32,8 <sup>b</sup>	34,6 <sup>b</sup>	39,2 <sup>c</sup>	1,34	***
Calor (MJ/Kg MS)	5,41 <sup>a</sup>	6,66 <sup>b</sup>	6,98 <sup>b</sup>	7,61 <sup>c</sup>	0,27	***
Carbón	19,9 <sup>a</sup>	23,8 <sup>b</sup>	30,1 <sup>b</sup>	33,3 <sup>c</sup>	1,61	***
Calor (MJ/Kg MS)	4,22 <sup>a</sup>	5,75 <sup>b</sup>	6,07 <sup>b</sup>	6,46 <sup>c</sup>	0,32	***
Carbón	77,7 <sup>a</sup>	86,5 <sup>b</sup>	86,9 <sup>b</sup>	84,7 <sup>c</sup>	2,39	***

P < 0,01; \*\*\* = P < 0,001

Si dentro de una misma línea las medias afectadas de distintas letras difieren significativamente (P < 0,05)

TABLA 2

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD MEDIOS DE LOS CONSTITUYENTES DE LA PARED CELULAR DE UN ORUJO DE ACEITUNA EXTRACTADO Y DESHUESADO. EFECTO DEL TRATAMIENTO CON NaOH (n=6)

	g NaOH/100 g de orujo				ESM	Nivel de significación
	0	5	7,5	10		
FND	15,5 <sup>a</sup>	34,2 <sup>b</sup>	32,2 <sup>b</sup>	31,4 <sup>b</sup>	2,00	***
FAD	8,6 <sup>a</sup>	27,8 <sup>b</sup>	25,1 <sup>b</sup>	27,9 <sup>b</sup>	2,58	***
LAD	14,2 <sup>a</sup>	27,9 <sup>b</sup>	24,7 <sup>b</sup>	26,2 <sup>b</sup>	1,90	***
CC	35,6 <sup>a</sup>	45,1 <sup>b</sup>	46,1 <sup>b</sup>	50,5 <sup>b</sup>	3,83	*
Hemicelulosa	52,8	70,1	79,0	69,2	10,54	NS
Celulosa	2,9 <sup>a</sup>	27,7 <sup>b</sup>	26,6 <sup>b</sup>	31,9 <sup>b</sup>	4,32	***

NS =  $P > 0,05$ ; \* =  $P < 0,05$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$

Dentro de una misma línea las medias afectadas de distintas letras difieren significativamente ( $P < 0,05$ )

TABLA 3

IMACION DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO Y DEL VALOR ENERGETICO DE UN ORUJO DE ACEITUNA  
 RACTADO Y DESHUESADO, SOMETIDO A TRATAMIENTO ALCALINO, A PARTIR DE DATOS DERIVADOS  
 METODOS DE LABORATORIO

	y (%)	= a + b x	r	RSD	n	Nivel de significación
in vivo	93,35	- 1,03 FND	-0,881	3,460	8	***
	137,68	- 2,06 FAD	-0,868	3,619	8	**
	120,57	- 3,40 LAD	-0,883	3,431	8	***
	1,73	+ 0,85 SMS	0,913	2,938	12	***
	0,93	+ 1,14 DMS in vitro	0,886	3,263	12	***
in vivo	67,01	- 0,61 FND	-0,735	3,578	8	*
	92,89	- 1,22 FAD	-0,719	3,662	8	*
	81,22	- 1,94 LAD	-0,708	3,720	8	*
	8,57	+ 0,73 SMO	0,758	3,181	12	**
	11,45	+ 1,04 DMO in vitro	0,560	4,280	12	*
EB	3,25	+ 0,96 DMS in vitro	0,874	2,885	12	***
	3,59	+ 0,72 SMS	0,908	2,484	12	***
EB	1,18	+ 0,93 DMS in vitro	0,784	4,006	12	***
	0,74	+ 0,66 SMS	0,770	4,117	12	**

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

TABLA 4

REGRESIONES LINEALES DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO O DE LOS CONTENIDOS DIGESTIBLES DE DIFERENTES COMPONENTES DE UN ORUJO DE ACEITUNA EXTRACTADO Y DESHUESADO, SOMETIDO A TRATAMIENTO ALCALINO, Y LA DENSIDAD OPTICA A 280 nm DE LA FRACCION SOLUBLE TRAS SU EXTRACCION CON AGUA DESTILADA

y =	a +	bx	r	RSD	n	Nivel de significación
DFND in vivo, %	7,96	+1,10 Do	0,990	1,510	8	***
DFAD in vivo, %	0,286	+1,19 Do	1,000	0,353	8	***
DLAD in vivo, %	8,62	+0,787 Do	0,994	0,841	8	***
DMO in vivo, %	23,01	+0,551 Do	0,994	0,591	8	***
EM/EB, %	15,28	+0,679 Do	0,925	2,650	8	***
FNDD, g/Kg MO	62,19	+6,33 Do	0,947	20,580	8	***
FADD, g/Kg MO	2,056	+6,75 Do	1,000	1,239	8	***
LADD, g/Kg MO	27,04	+2,13 Do	0,991	2,817	8	***
MOD, g/Kg MS	225,51	+3,17 Do	0,979	6,339	8	***
EM, MJ/Kg MS	3,42	+0,119 Do	0,944	0,395	8	***

\*\*\*: P < 0,001

TABLA 5  
COMPOSICION QUIMICA DE PULPAS DE ACEITUNA (% MS)

<u>Muestra nº</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3*</u>	<u>Orujo extractado y deshuesado</u>
Materia orgánica	84,3	84,8	87,4	92,3
Proteína bruta	6,03	5,28	7,04	10,6
N <sub>FAD</sub> (% N total)	49,2	55,0	63,0	73,0
FND	34,1	34,0	30,0	62,9
FAD	28,6	30,3	27,1	52,9
LAD	18,7	18,7	18,8	27,4
Hemicelulosa	5,52	3,71	2,92	10,0
Celulosa	9,91	11,6	8,28	25,5
Extracto etéreo	17,8	18,3	0,50	2,67
Energía bruta (MJ/Kg MS)	21,2	21,2	18,7	21,2
Materia seca	34,8	35,2	94,9	91,6

\* Pulpa extractada

TABLA 6  
 DIGESTIBILIDAD Y VALOR ENERGETICO DE PULPAS DE ACEITU-  
 NA ESTIMADOS POR APLICACION DE ECUACIONES DE REGRE-  
 SION BASADAS EN PARAMETROS QUIMICOS O BIOLÓGICOS

	<u>Muestra nº</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3*</u>
MOD, %				
A partir de FND		46,2	46,3	48,7
A partir de LAD		45,0	44,9	44,7
A partir de SMS		-	-	48,0
ED, MJ/Kg MS				
A partir de FND		11,6	11,6	10,4
A partir de LAD		11,3	11,2	9,6
A partir de SMS		-	-	10,2
EM, MJ/Kg MS				
A partir de FND		9,3	9,3	8,3
A partir de LAD		9,0	9,0	7,7
A partir de SMS		-	-	8,4

\* Pulpa extractada

TABLA 7

COMPOSICION QUIMICA DE MELAZA DE ACEITUNA (% MS)

Materia orgánica .....	83,4
Proteína bruta (Nx6,25) .....	2,62
MELN .....	80,8
Cenizas .....	16,6
Energía bruta (MJ/Kg MS) .....	18,0
Na .....	0,01
K .....	5,59
Ca .....	0,20
P .....	0,16
Mg .....	0,16
Fe (mg/Kg MS) .....	461
Cu (mg/Kg MS) .....	6,48
Mn (mg/Kg MS) .....	22,1
Materia seca (%) .....	50,3



TABLA 8

COMPOSICION EN INGREDIENTES (g/kg) DE CONCENTRADOS PARA GANADO OVINO EN GESTACION O LACTACION, QUE CONTIENEN ORUJO DE ACEITUNA EXTRACTADO Y DESHUESADO, SOMETIDO A DISTINTOS TIPOS DE TRATAMIENTOS, Y MELAZAS DE ACEITUNA

	AST		ATS		ATA		BST		BTS		BTA		CST		CTS		CTA		DST		DTS		DTA		TG*		TL**			
	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	
Torta de girasol (34% Proteína)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Torta de girasol (28% Proteína)	485	485	485	485	485	485	485	485	485	485	485	485	545	545	545	545	545	545	545	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605	605
Cebada	300	-	-	250	-	-	250	-	-	-	-	150	-	150	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pulpa de aceituna no tratada	-	300	-	-	-	-	250	-	-	-	-	150	-	150	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pulpa tratada con NaOH	-	-	300	-	-	-	-	-	-	-	250	-	-	-	-	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pulpa tratada con NH <sub>3</sub>	60	60	60	50	50	50	50	50	50	50	50	50	30	30	30	30	30	30	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Concentrado Vinge	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Corrector vitamínico-mineral	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
CINA	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Fosfato bicálcico	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Carbonato cálcico	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Composición nutritiva media estimada:	880	880	880	880	880	880	880	880	880	880	880	880	885	885	885	885	885	885	885	885	885	885	885	885	885	885	885	885	885	885
Materia seca, g/Kg materia original	90,0	90,0	90,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	139,0	139,0	139,0	139,0	139,0	139,0	139,0	145,0	145,0	145,0	145,0	145,0	145,0	145,0	145,0	145,0	145,0	145,0
Proteína bruta, g/Kg materia original	8,3	8,3	8,3	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
Energía metabolizable, MJ/Kg materia original	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Energía metabolizable/Energía bruta	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63

\* Concentrado testigo para ovejas en gestación

\*\* Concentrado testigo para ovejas en lactación

TABLA 9

INCREMENTOS DE PESO (g/animal y día) DE OVEJAS GESTANTES ALIMENTADAS CON PIENSOS QUE INCLUYEN ORUJO Y MELAZAS DE ACEITUNA

	Incrementos de peso vivo	Nivel de significación
TG	210+16,4 <sup>a</sup>	
AST	239+17,5 <sup>a</sup>	
ATS	269+20,2 <sup>a</sup>	
ATA	245+17,4 <sup>a</sup>	**
BST	193+12,2 <sup>a</sup>	
BTS	290+13,7 <sup>b</sup>	
BTA	231+11,7 <sup>a</sup>	
TG	210+16,4	
Piensos A	251+18,4	NS
Piensos B	238+12,5	
TG	210+16,4 <sup>a</sup>	
Con orujo no tratado (AST y BST)	216+14,9 <sup>a</sup>	
Con orujo tratado con 5% NaOH (ATS y BTS)	280+17,0 <sup>b</sup>	**
Con orujo tratado con 3,5% NH <sub>3</sub> (ATA y BTA)	238+14,6 <sup>a</sup>	

NS = P > 0,05; \*\* = P < 0,01

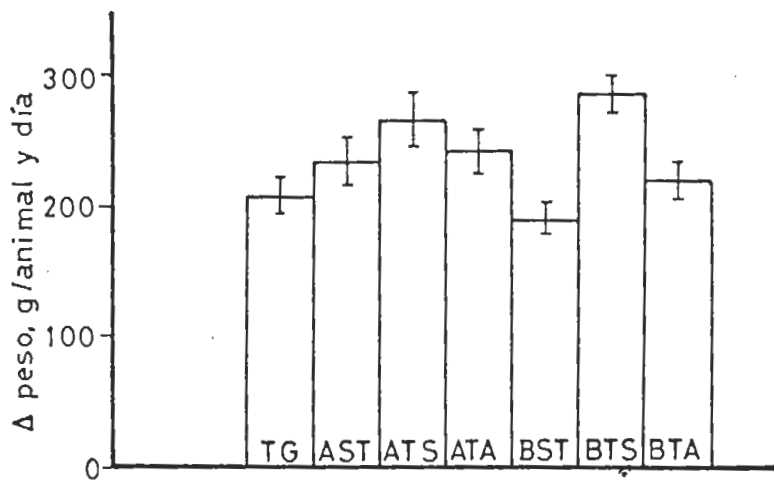


Fig.1.- Incremento de peso vivo de ovejas de raza Segureña en el ultimo mes de gestación.

**P o n e n c i a VI (3)**

**APROVECHAMIENTO Y DEPURACION INTEGRAL  
DEL ALPECHIN: ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS**

**J. A. FIESTAS ROS (\*)**

**R. BORJA PADILLA (\*)**

(\*) Instituto de la Grasa y sus Derivados (C.S.I.C.) - Sevilla.



## APROVECHAMIENTO Y DEPURACION INTEGRAL DEL ALPECHIN: ESTADO

### ACTUAL Y PERSPECTIVAS

J.A. Fiestas Ros de Ursinos y R. Borja Padilla.  
Instituto de la Grasa y sus Derivados. C.S.I.C.

### INTRODUCCION

El problema de la contaminación ambiental, como consecuencia de los residuos producidos por la actividad humana, ha creado en la Sociedad una inquietante preocupación de carácter universal que le obliga a luchar contra los factores que alteran y corrompen su medio vital.

Entre las contaminaciones medioambientales que sufre la Comunidad Autónoma de Andalucía destaca por su importancia y gravedad la provocada por las aguas residuales procedentes de la industria de obtención de aceite de oliva, cuyo volumen asciende a 1,5 millones de m<sup>3</sup>/año y afecta a la práctica totalidad de sus provincias.

### CARACTERISTICAS DE LOS ALPECHINES

#### Composición

En el proceso de elaboración del aceite de oliva se obtienen: un zumo oleoso (20%), un residuo sólido (30%) y un zumo acuoso (50%) que corresponde al agua de vegetación del fruto, cuya composición se expone en la Fig. 1 (1). Este agua de vegetación, a las que se unen las aguas de lavado y procesado de las aceitunas, constituye lo que

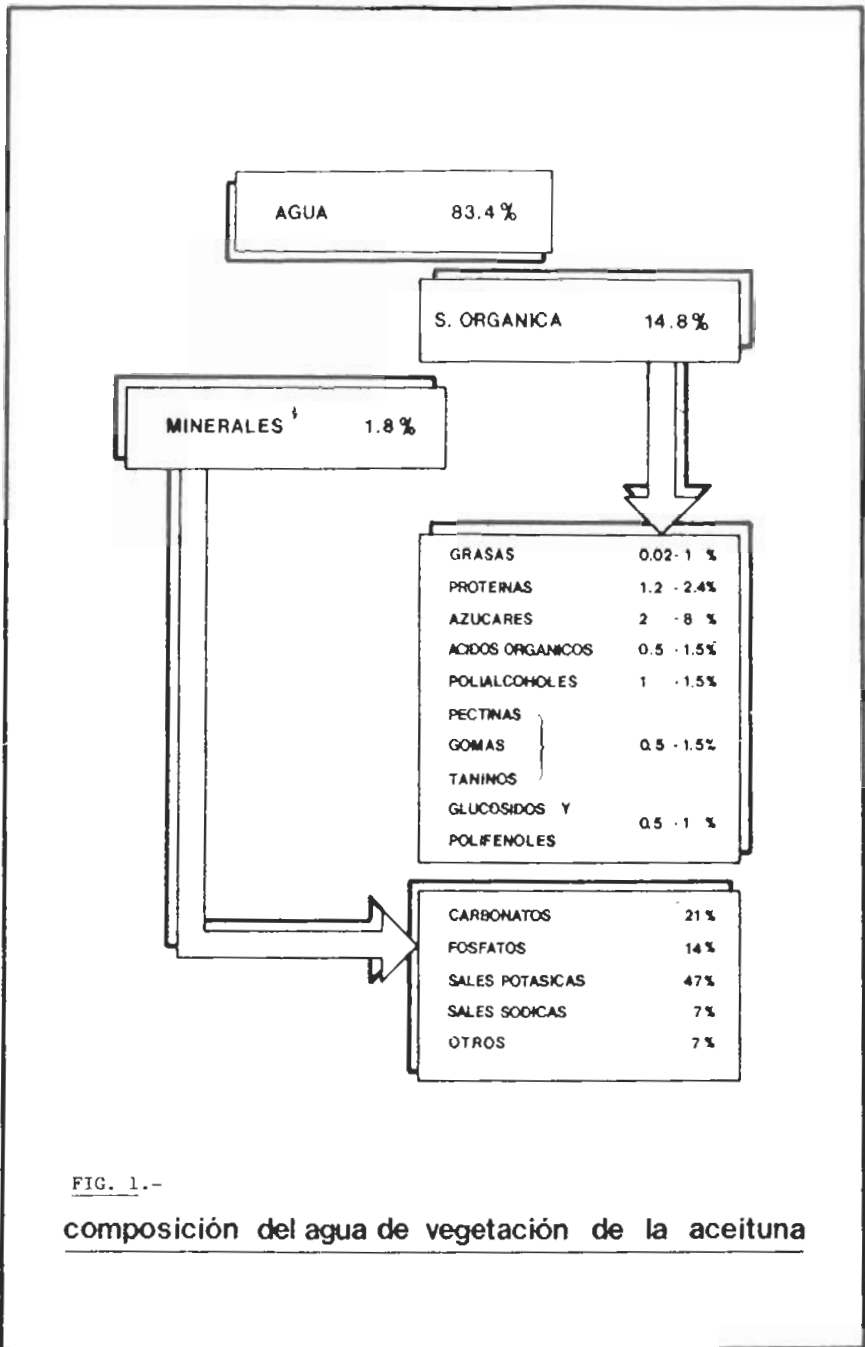


FIG. 1.-  
composición del agua de vegetación de la aceituna

generalmente se denominan "alpechines" o "jamilas", que contienen además tejidos blandos de la pulpa de aceitunas, y aceite en emulsión muy estable. Su composición es muy variable, dependiendo principalmente del sistema empleado en la obtención del aceite de oliva, ya que mientras en los sistemas clásicos de capachos la adición de agua es muy pequeña o nula, en los sistemas continuos se utiliza del orden de 1 litro de agua/Kg de aceituna.

#### Características físico-químicas

El alpechín presenta un sistema redox muy complejo, y una elevada capacidad tampón para las variaciones de su pH. Su tensión superficial es de 40 erg/cm<sup>2</sup> y la interfacial de unos 10 erg/cm<sup>2</sup> (2).

Debido a la existencia de un sistema coloidal muy complejo tipo liófilo, se comporta como una solución tensioactiva de elevada estabilidad, que provoca la aparición de fenómenos de polarización en la interfase (3).

#### Características biológicas

La concentración de microorganismos en el alpechín es del orden de 10<sup>5</sup>/ml. Predominan las "Pseudomonas" o microorganismos relacionados por su capacidad para la transformación de compuestos considerados como recalcitrantes (4). También se encuentran levaduras del tipo "Sacharomyces" y hongos: "Penicillium glaucum" y



"Aspergillus Niger" (5).

Presenta actividad antimicrobiana debido a la presencia de compuestos fenólicos. Razón por la que dicha agua residual influye negativamente sobre el proceso digestivo de los animales y ejerce una acción fitotóxica sobre la germinación de las plantas (6) y (7).

Muestra ligera acción hormonal por contener ácido abscisico (0,36-0,53 µg/g) que rige el proceso de abscisión de los frutos e influye además sobre su germinación y senescencia (8).

Manifiesta un efecto tonificante y acción vasodilatadora e hipotensora (9).

Su toxicidad para los peces D/L<sub>50</sub> es del 8,7% a las 24 horas (10).

#### Poder contaminante

En la Tabla I se exponen las características de los alpechines, en relación con su poder contaminante (11).

TABLA I

Características del alpechín en relación con su poder contaminante

<u>Parámetros</u>	<u>Almazara clásica</u>	<u>Almazara continua</u>
pH	4,5- 5	4,7-5,2
D.Q.O.	120-130	45-60
D.B.O.	90-100	35-48
S.S. (sólidos en suspensión)	1	9
S.T. (sólidos totales)	120	60
S.M. (sólidos minerales)	15	5
S.V. (sólidos volátiles)	105	55
Grasa	0,5-1,0	3-10

unidades en Kg/M<sup>3</sup>

POSIBLES SOLUCIONES Y TECNOLOGIAS DISPONIBLES

De las cifras expuestas en la Tabla I se deduce que con el alpechín -1,5 millones de m<sup>3</sup>/año-, producido en Andalucía se pueden obtener del orden de 100.000 T/año de distintos compuestos, con posible utilización posterior, que son precisamente los causantes de su elevado poder contaminante.

Ante esta posibilidad muchos de los proyectos de investigación desarrollados para depurar el alpechín se han orientado al posible aprovechamiento o utilización de dichos componentes con el fin de abaratar o hacer rentable

su proceso de eliminación o depuración.

Entre las posibles soluciones y tecnologías disponibles se pueden destacar como más prometedoras las siguientes:

- Utilización como fertilizante.
- Lagunamiento.
- Compostaje.
- Eliminación por adición al orujo.
- Incinerización.
- Concentración térmica.
- Depuración anaerobia-aerobia y fisico-química
- Obtención de biomasa proteica.
- Ultrafiltración y ósmosis inversa.

#### Utilización como fertilizante

Como se ha visto anteriormente el alpechín contiene proporciones interesantes de sales minerales. Por su elevado contenido en potasio y en menor medida en nitrógeno, fósforo y magnesio, su utilización en riego puede disminuir los gastos de un abonado clásico (12). Por otra parte, sus componentes orgánicos pueden fomentar el desarrollo de la microflora del suelo y mejorar sus propiedades físico-químicas en relación con su capacidad de retención de agua y sales minerales. Por dichas características su "valor intrínseco" puede oscilar entre 200 y 600 pts/m<sup>3</sup> según su composición.

En la Tabla II se exponen los elementos

fertilizantes aportados por 100 m<sup>3</sup> de alpechín. De acuerdo con estas cifras el agricultor puede conseguir un ahorro en la adquisición de abonos del orden de 15.000 pts/ha/año (13).

Ahora bien, en esta utilización, hay que tener en cuenta que su elevada salinidad y bajo pH pueden provocar una concentración muy alta de sales y acidez en el suelo y que su abundancia en polifenoles pueden ejercer una acción fitotóxica sobre las raíces de las plantas.

TABLA II

Elementos fertilizantes (Kg/ha) aportados por una dosis de 100 m<sup>3</sup>/ha de alpechín

<u>Sust. orgánica</u>	<u>Nitrógeno orgánico</u>	<u>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></u>	<u>K<sub>2</sub>O</u>	<u>MgO</u>
5.000-13.000	50-65	65-200	350-1100	15-50

Sin embargo, las experiencias realizadas (14), confirman la posibilidad de utilizar el alpechín como fertilizante, sin peligro para los cultivos, teniendo en cuenta las recomendaciones siguientes:

- Los aportes deben hacerse a distancia de los árboles (entre calles).

- No deben ser superiores a 30 m<sup>3</sup>/ha/año (alpechines de almazaras clásicas); 100 m<sup>3</sup>/ha/año (alpechines de almazaras continuas).

- Los aportes de estas cantidades deben hacerse en

forma escalonada.

- Se debe esperar al menos, un mes entre el final del riego y la siembra, en el caso de un cultivo anual.

- Nunca se debe regar cuando los cultivos estén en período de vegetación.

### Lagunamiento

Para las industrias alimentarias que suelen trabajar durante unos pocos meses al año, y que generalmente están ubicadas en zonas rurales, pueden ser de gran utilidad realizar el vertido de sus aguas residuales a balsas o lagunas para su eliminación por evaporación. Método que ha sido preconizado por la Dirección General del Medio Ambiente (MOPU) para evitar el vertido de los alpechines a los cauces públicos (15).

Generalmente las balsas tienen una profundidad entre 0,7 y 1,5 m, para conseguir su evaporación total antes de que finalice el verano. El residuo seco resultante se recoge con una pala excavadora y se suele utilizar como fertilizante por su elevado contenido en potasio y fósforo.

Las principales objeciones a este método son:

- Necesidad de disponer de grandes superficies, a ser posible junto a la almazara para evitar el transporte del alpechín hasta la balsa.

- Producción de malos olores y presencia de insectos.

- Peligro de infiltraciones que pueden originar contaminación de acuíferos.

### Compostaje

En algunas zonas (La Mancha) suelen agregarse a las balsas de evaporación residuos agrícolas o forestales que fermentan parcialmente con el alpechín para obtener un mantillo orgánico, similar al compost, muy útil para abonar las viñas.

En la actualidad, se comercializan, con muy buenos resultados para su aplicación en invernaderos: el compost resultante de mezclas de alpechines y orujos desgrasados, así como los lodos resultantes de las balsas de evaporación (16 y 17). Estos composts al no contener organismos patógenos ni metales pesados pueden competir con ventaja con los procedentes de basuras o lodos de depuradoras.

### Eliminación por adición al orujo

El proceso tiene como fundamento eliminar el alpechín mezclándolo con el orujo producido en la obtención del aceite de oliva. Puede tener especial aplicación en las almazaras que utilizan sistemas clásicos de capachos donde el volumen de agua residual corresponde prácticamente al agua de vegetación de la aceituna.

Para ello se precisa de un equipo adecuado para el secado de la mezcla orujo+alpechín y condensación del

vapor producido, con el fin de recuperar el agua procedente del alpechín para su posible utilización posterior. Como combustible se utiliza la totalidad del hueso procedente del orujo producido (18).

#### Incinerización

Este proceso consiste en la eliminación del alpechín por evaporación del agua y combustión de la sustancia orgánica. Se realiza mezclando el alpechín nebulizado con los gases de combustión procedentes de un horno donde generalmente se emplea orujillo como combustible (19).

#### Concentración térmica

Existe la posibilidad de llevar a cabo la concentración del alpechín, mediante la eliminación de parte del agua, utilizando evaporadores o concentradores de múltiple efecto, para evitar elevados consumos energéticos (20).

La aplicación de este proceso disminuye en un 70-75% el volumen del agua residual y permite la obtención de concentrados de alpechín que pueden tener aplicación para su adición a los piensos por su valor alimenticio, o bien como fertilizante en agricultura o incluso, previa la investigación correspondiente, como medio de cultivo para el desarrollo de microorganismos de posible interés químico-farmacéutico.

Por otra parte, el agua evaporada y condensada, previa depuración, puede reutilizarse en la misma almazara.

Este sistema lo comercializa en España, FABRICA DE SAN CARLOS San Fernando (Cádiz).

### Depuración anaerobia-aerobia y físico-química

A partir de la crisis del petróleo adquieren un gran auge, en todos los países industrializados, las investigaciones encaminadas a la optimación de los procesos de depuración, para desarrollar sistemas con menor costo energético, o bien recuperar y aprovechar los subproductos obtenidos. Entre estas investigaciones, caben destacar las realizadas para aplicar los procesos de digestión anaerobia a las aguas residuales de carácter orgánico, especialmente las procedentes de la industria alimentaria, con el fin de efectuar su depuración con obtención simultánea de energía, ya que los procesos anaerobios transforman los compuestos orgánicos en metano.

Este proceso, puede tener especial aplicación al caso particular del alpechín ya que por su elevado contenido en sustancia orgánica se puede producir, simultáneamente a su depuración, el biogás suficiente para las necesidades energéticas de las almazaras (calorífica y eléctrica).

Las investigaciones realizadas desde 1979, por el



Instituto de la Grasa y sus Derivados C.S.I.C., han puesto de manifiesto que:

- La depuración biológica anaerobia se realiza con una eficiencia del orden del 80% y precisa tiempos de retención hidráulica de 5 días, utilizando bioreactores de alta eficacia.

- Durante el proceso se obtiene un biogás a razón de  $25 \text{ m}^3/\text{m}^3$  de alpechín depurado, equivalente a 150.000 Kcal.

- El balance, entre las necesidades de la almazara y de la correspondiente instalación de depuración, y la energía obtenida en la biometanización del alpechín, nos demuestra que ambas instalaciones pueden autoabastecerse energéticamente, con el biogás producido (21).

Ahora bien, hay que tener en cuenta que el efluente del citado proceso de biometanización contiene aún el 20% de la sustancia orgánica del alpechín y la misma coloración, por lo que se precisan posteriores tratamientos para conseguir su depuración integral, con el fin de eliminar su elevada DBO<sub>5</sub> que oscila alrededor de 7.000 mg O<sub>2</sub>/L.

Entre los tratamientos investigados caben destacar la aplicación de procesos aerobios con los que se consigue disminuir la DBO<sub>5</sub> de dichos efluentes a cifras del orden de 200 mg O<sub>2</sub>/l.

Finalmente un posterior tratamiento físico-químico elimina el color mediante la adición de policloruro de

aluminio. El flóculo formado arrastra los colorantes y se obtiene un líquido de color amarillo pálido con una  $DBO_5$  media de 120 mg  $O_2$ /l.

Así pues, con la aplicación sucesiva del proceso anaerobio, aerobio y físico-químico se consigue una eficiencia en la depuración del alpechín del orden del 99,6% (22).

#### Obtención de biomasa proteica

Ultimamente, el Instituto de la Grasa y sus derivados ha estudiado en colaboración con la Firma ECOLIVA, S.A., el desarrollo en el alpechín de microorganismos que utilizan para su crecimiento una amplia gama de sus distintos componentes.

Durante el proceso se obtienen de 25-30 Kg/m<sup>3</sup> de biomasa con un contenido en proteínas del orden del 30%, que "engloba" o "secuestra" la práctica totalidad del aceite de oliva que acompaña el alpechín, por lo que su contenido en grasa oscila entre el 20-45%. Cifras que por su cuantía pueden asegurar la rentabilidad del proceso.

La biomasa obtenida se puede mezclar con el orujo producido en la almazara para la extracción de dicho aceite, con lo que al mismo tiempo se consigue un aumento de la fracción proteica del orujo desgrasado (23).

Por otra parte, es de destacar que se obtiene un efluente homogéneo con una fuerte actividad antibiótica

que impide o dificulta su posterior biodegradación. Hecho que puede producir un gran impacto medioambiental positivo, al evitarse los malos olores que durante los meses de primavera y verano producen las balsas de almacenamiento y evaporación distribuidas por toda la geografía andaluza.

### Ultrafiltración y ósmosis inversa

En la actualidad, se comienzan a utilizar los procesos de ultrafiltración y ósmosis inversa al tratamiento de aguas residuales para separar compuestos de posible interés o eliminar la fracción contaminante.

Estos procesos realizan la separación de las sustancias disueltas de acuerdo con el tamaño de sus partículas o incluso de su carga eléctrica, como son los casos de la ultrafiltración, ósmosis inversa y electrodiálisis. Como medio para llevarlo a cabo se utilizan membranas porosas de diámetros diferentes. Estas nuevas técnicas difieren de las técnicas de separación entre fases como pueden ser: la centrifugación, decantación y filtración, en que la separación se lleva a cabo entre sustancias que forman una sola fase, es decir todas en disolución.

Las ventajas de la aplicación de procesos de membrana pueden ser:

- a) La posibilidad de asociar a la depuración la

recuperación de productos de interés comercial presentes en el agua residual.

En el proceso de ultrafiltración se utilizan membranas microporosas que separan los compuestos de pesos moleculares comprendidos entre 1.000 y 100.000 y que pueden corresponder a microorganismos, polialcoholes, polifenoles y colorantes. En el proceso de ósmosis inversa, que utiliza membranas de estructura de gel, se separan los compuestos cuyos pesos moleculares oscilan entre 100 y 1000, como pueden ser los ácidos volátiles, alcoholes, sustancias aromáticas y sales minerales del agua.

b) La posibilidad de obtener una reducción sustancial (vía ultrafiltración) o una disminución prácticamente total de la carga contaminante (vía ósmosis inversa).

En el caso del alpechín estas técnicas han fracasado por que contienen sustancias que actúan como agentes impermeabilizantes e hidrorrepelentes que polarizan las membranas e impiden su correcto funcionamiento (24 al 28).

Sin embargo, este hecho no se presenta en el caso del efluente resultante de la obtención de la biomasa proteica. Las investigaciones realizadas por dicho Instituto de la Grasa en colaboración con las Firmas EUROINVESTOR, S.A. y BIOAQUA, S.A. han posibilitado la fabricación de membranas para la aplicación directa de la

ultrafiltración y ósmosis inversa a dicho efluente (23).

Con la aplicación de ambos procesos se obtiene:

- Una fracción concentrada de los compuestos de elevado peso molecular presentes en el alpechín (29 y 30) o resultantes del proceso de obtención de biomasa proteica, como sustancias antibióticas u otros metabolitos secundarios.

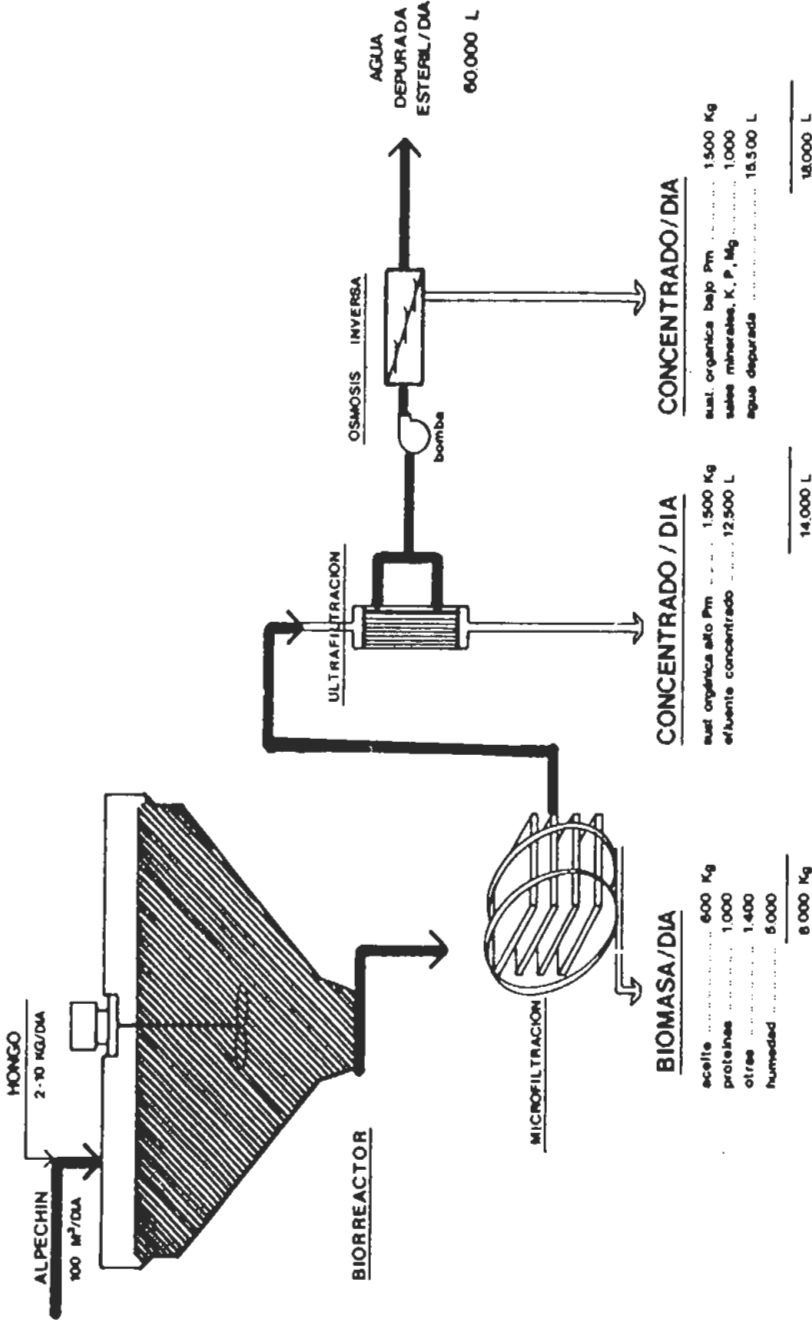
- Otra fracción de compuestos de bajo peso molecular que contiene principalmente las sales minerales presentes en el alpechín y que pueden utilizarse como abono "Líquido".

- Un agua depurada exenta prácticamente de microorganismos, compuestos orgánicos y sales minerales.

En la Fig. 2 se esquematiza este proceso el correspondiente balance de materias.

# FIG. 2.- ESQUEMA PROCESO DEPURACION INTEGRAL ALPECHIN Y BALANCE DE MATERIAS

OBTENCION BIOMASA LIPO-PROTEICA, MICROFILTRACION, ULTRAFILTRACION Y OSMOSIS INVERSA



## AGRADECIMIENTO

Queremos hacer constar nuestro agradecimiento a la Dirección General de Universidades e Investigación. Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía, por su ayuda para la realización de los estudios sobre la problemática del alpechín.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Fiestas Ros de Ursinos, J.A. 1958. Los alpechines y la riqueza piscícola. Bol. Oleicultura Internacional N° 42 pags. 35-37.
- 2) Gómez Herrera C. y Janer del Valle C. 1956. Estudios físico-químicos sobre las pastas de aceitunas molidas. II. Características físico-química de alpechines. Grasas y Aceites. Vol. 7. fasc. 6, pags. 249-302.
- 3) Martínez Moreno J., Gómez Herrera C. y Janer del Valle C. 1956. Estudios físico-químicos sobre las pastas de aceitunas molidas. I. Fenómenos interfaciales aceite-alpechín. Grasas y Aceites Vol. 7 fasc. 1. pags. 5-19.
- 4) Ramos Cormenzana A. 1986. Physical, chemical, microbiological and biochemical characteristics of vegetation water. International Symposium on Olive By-products valorization (eds. FAO Madrid) Sevilla Spain. pags. 19-40.
- 5) Fiestas Ros de Ursinos J.A. 1953. Estudio del alpechín para su aprovechamiento industrial. I. Concentración de los azúcares y demás sustancias que lleva en emulsión y disolución por tratamiento con óxido de calcio. Grasas y Aceites Vol. 4. fasc. 2. pags. 63-67'
- 6) Juven B. y Henis Y. 1970. Studies on the antimicrobial activity of olive phenolic compounds. J. Appl. Bacteriol 33. pags. 721-732.
- 7) Amat di San Filippo P. et al. 1986. Acque di vegetazione dell'industria olearia. Materia prima o rifiuto inquinante?. Riv. Mercelologia 25 (III).
- 8) Zucconi F. y Bukovac M.J. 1970. Analisi sulle attività biologica dell'acqua di vegetazione delle olive. Article n° 4736. Michigan Agricultural Experiment Station Journal. pags. 443-61.

- 9) Varela G. y Jordan J. 1959. Sobre la toxicidad del alpechín. Bol. Universidad de Granada. Farmacia nº 3 pags. 135-44.
- 10) Fiestas Ros de Ursinos J.A. 1958. Los alpechines y la riqueza piscícola. Bol. Oleicultura International nº 43. pags. 27-98.
- 11) Fiestas Ros de Ursinos J.A. 1977. Depuración de aguas residuales en las industrias de aceitunas y aceite de oliva. Grasas y Aceites. Vol. 28. fac. 2. pags. 113-121.
- 12) Albi Romero M.A. y Fiestas Ros de Ursinos J.A. 1960. Estudio del alpechín para su aprovechamiento industrial. Ensayos efectuados para su posible utilización como fertilizante. Grasas y Aceites. Vol. 11. fasc. 3. pags. 123-124.
- 13) Fiestas González del Corral, P. y Fiestas Ros de Ursinos J.A. 1981. Posibilidades de utilización del alpechín como fertilizante. Congreso sobre Tecnología de bajo costo para la depuración de aguas residuales. M.O.P.U. Madrid.
- 14) Morisot A. 1979. Utilisation des margines par epandage. L'olivier, 19, 1 pags 8-13.
- 15) Escolano Bueno A. 1982. Algunos ejemplos de tratamiento en la Cuenca del Guadalquivir y Sur de España. Seminario sobre tratamiento y reciclado de aguas residuales de bajos costos económicos y energéticos. OCDE-MOPU Octubre 1987. Madrid.
- 16) Montañó J. y Segura J.D. 1986. Compost production using vegetation water and other agricultural by-products. International Symposium on Olive By-Products Valorization. Eds. FAO (Madrid). Sevilla Spain pags. 359-361.
- 17) Zafra Marin G. y Montero Tirado M. 1986. Production of dried sludge from vegetation water and its use as a fertilizer and fuel source. International Symposium on Olive By-Products Valorization. Eds. FAO (Madrid). Sevilla. Spain. pags. 355-357.
- 18) Pieralisi G. Fedelli E., Lanzani A, Ponzetti A. Procedimiento di smatimento delle acque di vegetazione da estrazione di olio da olive. Brev. 80580 A/85. 6 maggio 1985 (Italia).
- 19) Arpino A. 1979. Smaltimento ed utilizzazione delle acque di vegetazione provenienti dai frantoi oleari. Revista Italiana delle Sostanze grasse 56, 5. pags 206-208.
- 20) Valenzuela Ruiz G. 1986. Thermal concentration of vegetation Water. International Symposium on Olive By-Products Valorization (Eds. FAO Madrid). Sevilla (Spain). pags. 173-177.



- 21) Fiestas Ros de Ursinos J.A. Navarro Gamero R. León Cabello R. García Buendía A.J. y Maestrojuán Sáez de Jaúregui G.M<sup>a</sup>. 1982. Depuración anaerobia del alpechín como fuente de energía. Grasas y Aceite 33(5) 265-
- 22) Fiestas Ros de Ursinos J.A., Janer del Valle M.L., León Cabello R. y Navarro Gamero R. 1979. Depuración anaerobia-aerobia del alpechín. XVI Reunión Plenaria de la Asamblea de Miembros del Instituto de la Grasas y sus Derivados. Sevilla.
- 23) Fiestas Ros de Ursinos J.A. y Borja Padilla R. 1988. Aprovechamiento y depuración integral del alpechín. RETEMA. Revista Técnica del Medio Ambiente. Madrid. En prensa.
- 24) Vigo F, de Paz M, Avale L. 1983. Ultrafiltrazione di acque di vegetazione da frantoi di olive. Esperienza gestionale in impianto semi-pilota. La Rivista Italiana delle sostanze grasse. Vol LX. pags. 267-71.
- 25) Carriere C. 1978. Ultrafiltration of vegetation waters from olive oil extraction plants. I. Preliminary experiences. Oli, Grassi Derivati. Vol XIV. pags. 29-32.
- 26) Boari G, Carriere C. Santori M. 1980. Depurazione con processi a membrana di acque di vegetazione diversamente pretrattate. Oli, Grassi Derivati. Vol XVI 1, pags. 2-4.
- 27) Vigo F. Giordani M y Capannelli. 1981. Ultrafiltrazione di acque di vegetazione da frantoi di olive. La Rivista Italiana delle sostanze grasse. Vol LVIII. 2, pags. 70-73.
- 28) Reimer Suárez G. 1983. Posibilidades de tratamiento del alpechin por ultrafiltración y ósmosis inversa. Química e Industria-Alimentaria. pags. 273-74.
- 29) Codonnis M., Katsaboxakisk., y Papanicolau D. 1983. Progress in the extraction and purification of Anthocyanin. Pigments from the effluents of olive-oil Extracting Plants. LWT - Ed (Prog-Food Eng). pags. 567-572.
- 30) Camurati F., Lanzari A., Arpino A., Ruffo C., y Fedeli E. 1984. La acque di vegetazione dalla lavarazione delle olive: Tecnologie ed economie di reuspero di sottoprodotti. La Rivista italiana delle sostanze grasse. Vol. LXI. pags. 283-292.

**P o n e n c i a VI (4)**  
**COROLARIO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA**  
**VALORACIÓN DEL ORUJO DE ACEITUNA Y LA HOJA**  
**DE OLIVO**

**ANA GARRIDO VARO**  
**A. GOMEZ CABRERA**  
**J. E. GUERRERO GINEL**  
**V. ORTIZ SOMOVILLA (\*)**

(\*) Dpto. Producción Animal. E.T.S.I.A. Córdoba. DGIEA, CIDA de Córdoba.



COROLARIO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA VALORACION DEL  
ORUJO DE ACEITUNA Y LA HOJA DE OLIVO

Ana Garrido Varo, A. Gómez Cabrera, J.E. Guerrero Ginel,  
V. Ortiz Somovilla\*.  
Dpto. Producción Animal, E.T.S.I.A. Córdoba  
(\* ) DGIEA, CIDA de Córdoba

ORUJO DE ACEITUNA

El trabajo que hemos venido realizando desde hace más de 10 años en la valoración de este subproducto, ha quedado recogido en las dos Reuniones Científicas anteriores sobre "Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal" (Eraso y col., 1978; Gómez Cabrera y col., 1984) y en el Simposium Internacional sobre Subproductos del Olivar, celebrado en Sevilla en 1986 (Gómez Cabrera y col., 1986).

Trataremos aquí de no repetir información dada anteriormente, realizando un resumen para reflejar la filosofía que nos ha movido en el trabajo realizado en los últimos años, que, en gran parte, ha sido de reflexión y crítica.

En este sentido hemos querido profundizar en las causas de la gran variabilidad que se atribuye al valor nutritivo de este producto, diferenciando el efecto atribuible a diferentes factores, relacionados unos con la variabilidad del producto en sí y otros con la metodología utilizada en la valoración.

a) Valoración analítica

En el cuadro nº 1 se recogen los resultados obtenidos en el análisis realizado sobre un orujo de aceituna extractado, por un conjunto de laboratorios de investigación de la cuenca mediterránea, en una cadena de análisis organizada por el CIHEAM (1985).

Pensamos que los datos son suficientemente expresivos, si se tiene en cuenta que nos referimos a una misma muestra de orujo y que las variaciones afectan a componentes tan clásicos y estandarizados como las cenizas. En cualquier caso, aunque cada uno de los datos requeriría un comentario aparte, conviene resaltar el alto rango de variación obtenido para los componentes del sistema Van Soest y, en particular, para la ADL. Por otra parte, este hecho es común al analizar otros productos e incluso para otras formas de determinar la lignina (lignina permanganato y lignina Christian) (Van der Meer, 1988).

b) Valoración nutritiva

Existe una amplia diversidad de valores en relación con la digestibilidad asignada por distintos autores a la materia seca de estos subproductos (FAO, 1985).

En nuestro caso hemos intentado ver el posible efecto atribuible a las condiciones de determinación de dicha digestibilidad. En este sentido hemos observado (Gómez Cabrera y col., 1980) un efecto significativo del nivel de incorporación del subproducto en la dieta, cuando

la digestibilidad se estima por diferencia, a la vez que no se observaban efectos significativos del tipo de complemento proteico utilizado (concentrado o de fibra larga), ni de una variación del 20% en el nivel de ingestión. (Gómez Cabrera y col., 1986).

Otro de los factores considerados ha sido el posible efecto atribuible a los distintos procesos tecnológicos a los que se somete la aceituna para la extracción del aceite. En este sentido, en colaboración con el Instituto de la Grasa de Sevilla, en su almazara experimental, hemos procedido a la obtención del orujo graso, a partir de una aceituna sin atrojar, utilizando dos sistemas de extracción, el de prensa y el continuo (centrífuga). Asimismo, se obtuvo el orujo graso de esta aceituna tras ser atrojada, durante 30 días, en el laboratorio de la E.T.S.I.A., utilizando un sistema continuo de laboratorio.

A partir de estos orujos se han obtenido las siguientes muestras: orujo graso fresco desecado, orujo agotado fresco desecado, orujo graso viejo desecado y orujo agotado viejo desecado.

El envejecimiento se realizó conservando el orujo graso en bolsas de plástico abiertas, durante 30 días, en el laboratorio de la E.T.S.I.A. a unos 20°C; el agotamiento con hexano, en Soxhlet, y la desecación en estufa a 105°C, durante 20 horas.

Las muestras de orujos agotados frescos, proceden-

tes de la aceituna sin atrojar, fueran sometidas también a un deshuesado parcial, realizado en la almazara experimental del Instituto de la Grasa.

Los valores correspondientes a la digestibilidad "in vitro" de la M.O. de las 14 muestras obtenidas se recogen en el cuadro nº 2.

Con independencia del atrojado de la aceituna, cuyo efecto no es posible deducir de los resultados, ya que el proceso de extracción en laboratorio dejaba mucha más grasa en el orujo que el equivalente proceso industrial, observamos dos procesos con un marcado efecto significativo. Por un lado el "envejecimiento" del orujo graso, obtenido en ambos casos con el sistema continuo, que produce un marcado descenso de la digestibilidad, tanto del orujo graso, lo que cabría atribuir a la oxidación de las grasas presentes, como del agotado, lo que indicaría que dicho efecto trasciende a la eliminación de estas grasas. El bajo nivel inicial de la digestibilidad de los orujos obtenidos por el sistema de prensa (del cual dudamos que sea consistente) enmascara el efecto de envejecimiento en este caso.

El otro proceso con marcado efecto significativo corresponde al deshuesado del orujo fresco extractado. Dicho proceso dió lugar a una elevación importante en la digestibilidad de ambos orujos, sin diferencias significativas entre ellos, de lo que se deduce la importancia del deshuesado en el valor nutritivo del orujo.

Este producto (orujo extractado deshuesado) es el que se utiliza eventualmente en la alimentación animal. En el cuadro nº 3 hemos recogido los valores de digestibilidad de la materia seca, materia orgánica y proteína obtenidos en diferentes ensayos realizados en nuestro laboratorio, junto al correspondiente a la muestra utilizada en la cadena de análisis, anteriormente comentada, y que había sido facilitada por el CIHEAM. Como podemos comprobar, los valores de digestibilidad obtenidos corresponden a niveles muy bajos, inferiores a subproductos clásicos como las pajas, coincidiendo en este sentido nuestros resultados con el aportado a nivel del CIHEAM. Ello supone que el producto en cuestión presenta un escaso valor nutritivo, lo que es consecuencia de la escasa digestibilidad de sus componentes, excepto la grasa, lo que, en parte, es debido a la rapidez con la que transita por el aparato digestivo (Nefzaoui y Zidani, 1987).

#### c) Predicción del valor nutritivo

En un intento por encontrar un parámetro que pudiera predecir el valor nutritivo del orujo (Gómez Cabrera y col., 1986) estudiamos la correlación existente entre diferentes parámetros analíticos con el de digestibilidad "in vitro" (T&T) de la MS, en 16 muestras que correspondían a residuos de extracción de aceite muy diferentes, desde hueso a un orujo extractado muy deshuesado (rango de ADF desde 48,1 a 71,8%/MS). En estas circunstancias existía un amplio número de parámetros analíticos significati-



vamente correlacionados con la digestibilidad "in vitro". Sin embargo, cuando se realizó esta misma comprobación utilizando únicamente 8 muestras de orujo extractado des-huesado, valoradas "in vivo", con un rango mucho más reducido de variabilidad (ADF de 52,5 a 59,7), el único parámetro analítico que mantenía la validez como predictor fué la fibra ácido detergente (ADF) o aún mejor la ADF descontando su contenido en proteína bruta (ADF-PB.ADF).

Dig. MS (in vivo)=104,29-1,4.ADF (r=0,88; n=8; So2=4)

" " " " =89,82-1,37.(ADF-PB.ADF) (r=0,91;n=8;So2=3)

Si consideramos que el tratamiento tecnológico al que se somete a estos productos, desde la entrada de la aceituna en la almazara, pasando por los procesos oxidativos que se producen durante el atrojado, el tratamiento a altas temperaturas y humedad, favorecedor de las reacciones de Maillard, etc..., provoca alteraciones variables y difícilmente evaluables que afectan a los parámetros analíticos de Van Soest, ampliamente afectados por los compuestos formados durante estos procesos: complejos tanino-proteína, flobáfenos, productos de Maillard, etc... (Van Soest et al, 1987), que en gran parte están representados por el componente nitrogenado ligado a la fracción fibra ácido detergente (PB.ADF), este resultado podría indicar el papel prioritario que representan los componentes estructurales, (celulosa y lignina), por encima del efecto del tratamiento tecnológico, en la definición del valor nutritivo de este producto.

Finalmente, al realizar el estudio con 4 muestras, valoradas "in vivo", que habían sido tratadas con diferentes niveles de hidróxido sódico, el único parámetro significativamente correlacionado con la digestibilidad era la fibra neutro detergente (NDF), lo cual resulta lógico si tenemos en cuenta que el tratamiento con álcali solubiliza hemicelulosa y lignina (Molina y col., 1984) y, por otra parte, produce compuestos fenólicos simples que, si bien podrían ser relativamente solubles en la solución NDF, en cambio, podrían polimerizarse durante la determinación de la ADF, dando lugar a los denominados "artefactos lignina", los cuales son insolubles en las determinaciones de ADF y ADL (Van Soest, 1982; Giger, 1985).

No obstante estos resultados, creemos que dada la variabilidad obtenida en los resultados de los análisis correspondientes a los parámetros del sistema de fraccionamiento de Van Soest, que comentábamos anteriormente, es difícil considerar las ecuaciones anteriormente expuestas con suficiente validez como para ser utilizadas con carácter general. Es evidente que las técnicas que incluyen standards para corregir los resultados obtenidos presentan en este aspecto mayores posibilidades de predicción.

### Conclusión

En vista del escaso valor nutritivo del orujo, incluso después del deshuesado y la existencia de otras alternativas de uso interesantes, concluíamos (Gómez Cabrera y col., 1986) en la conveniencia de no continuar en

esta línea de investigación, salvo que se produjeran variaciones en las características del producto que le pres-tasen nuevo interés, como podría ser la adición de las melazas obtenidas por deshidratación parcial de las aguas de vegetación (alpechín), tema que sera tratado en esta misma Reunión.

#### HOJA DE OLIVO

En la II Reunión hacíamos referencia a la importan-te variabilidad bromatológica y nutritiva de la hoja de olivo, reflejada en datos aportados por diversos investi-gadores (Parellada Vilella y col., 1984).

En la investigación realizada desde entonces, hemos centrado nuestro interés en dos grupos de factores: por una parte, en la caracterización nutritiva del producto, estudiando la influencia de la variedad del olivo, la época de recogida de la hoja y la variación interanual. En segundo lugar, hemos estudiado el efecto de diferentes formas de conservación en la pérdida de valor nutritivo.

En el primer caso (Gómez Cabrera y col., 1988) hemos comparado la composición química de la hoja de 8 variedades de olivo (3 nacionales y 5 extranjeras) perte-necientes a una colección mundial existente en el CEMEDETO de Córdoba. Se obtuvieron muestras de las tres variedades nacionales en febrero (ramas), julio (ramas) y septiembre (chupones y varetas de pie) y para la primera de estas épocas se compararon los valores correspondientes a dos

años consecutivos. En cada una de las variedades se tomaron muestras por quintuplicado a partir de cada uno de los 5 árboles de que se componía la citada colección.

En el cuadro nº 4 hemos recogido los valores analíticos medios y el rango de medias, de las ocho variedades estudiadas.

Merece la pena destacar el alto valor de digestibilidad de la materia orgánica, estimado a través del análisis de digestibilidad "in vitro" (T&T) con standards de digestibilidad "in vivo" conocida. En este sentido, aunque existen diferencias significativas entre variedades, (62.01 a 66,42%) las mismas no son de suficiente importancia, para ser consideradas a nivel práctico.

Por otra parte, y al igual que ocurría con el orujo, la hoja presenta un nivel alto de proteína bruta, de la que más de la mitad se encuentra ligada a la fracción ADF, de ahí el bajo valor de digestibilidad que se refleja a nivel bibliográfico.

No obstante, este dato debe ser matizado al tratarse de muestras que han sido desecadas previamente para realizar la molienda. En el cuadro nº 5 hemos expresado los valores analíticos de una muestra de hoja de olivo desecada de tres formas diferentes: mediante liofilización, en estufa a 50°C y a 100°C.

Podemos observar que, en este último caso, aumentan los contenidos en paredes celulares y de manera muy espe-

cial el porcentaje de nitrógeno ligado a la fracción ácido detergente. En cambio, no se observa ningún efecto al desecar a 50°C. En este sentido pensamos que sería conveniente precisar algo más dicho efecto, en el intervalo de temperaturas usado normalmente en la mayoría de los laboratorios (60°C a 70°C).

No se observaron diferencias entre las digestibilidades de las materias orgánicas de los dos años considerados; en cambio, sí las hubo en relación a la época de obtención de la hoja, siendo mayor la recogida en febrero, (64,3%) frente a junio (61,8%) y septiembre (61,0%). Estas diferencias podrían estar relacionadas con la acumulación o trasvase de nutrientes de las hojas en las distintas épocas del año.

En relación con el segundo tema, el efecto de la conservación, hemos comparado inicialmente el efecto causado por la desecación de las hojas realizada en estufa, a 65°C durante 24 horas, frente a la desecación lenta por exposición al aire, durante 30 días, en una habitación con temperatura variable entre 25 y 30°C. En ambos casos las hojas habían sido separadas manualmente de las ramas, inmediatamente después de su poda de los árboles. En el caso de la desecación al aire se realizó un tercer tratamiento, al realizar dicha desecación sin separar las hojas de las ramas.

Los resultados obtenidos (no publicados previamente) se recogen en el cuadro nº 6.

Cabe destacar dos aspectos: en primer lugar, el mantenimiento de los niveles de digestibilidad cuando la desecación previa al aire se realiza con la hoja en las ramas y, el segundo, el mayor daño ocasionado a la proteína con el secado inmediato en estufa, cuando la hoja conserva su humedad inicial, a pesar de que la temperatura solo fué de 65°C, hecho que explica Van Soest (1982) e incluso el efecto beneficioso, también aquí, del secado de la hoja en la rama.

Diversas hipótesis pueden justificar algunos de estos resultados. Por un lado, el mayor consumo de nutrientes derivado de la respiración celular en el secado lento, podría, en parte, ser compensado por el trasvase de nutrientes de la rama a la hoja en el tercer tratamiento. Por otra parte, considerando la presencia de compuestos fenólicos en las hojas, fundamentalmente taninos hidrolizables, que pueden condensarse fácilmente por el secado, actuando de esta forma como agentes más potentes en la inhibición de la digestión (Van Soest et al, 1987). Stafford (1983) señala que el secado y almacenamiento de productos que contienen compuestos fenólicos, provoca la formación de lo que él denomina proanticianidinas modificadas, sustancias con gran afinidad por la lignina, que se localizan fundamentalmente en los tejidos leñosos (cortezas y ramas). Sería posible, en el caso del secado de la hoja en rama, que estos compuestos fenólicos se acumularan en la rama, liberando parcialmente a la hoja.

En el cuadro nº 7 observamos los resultados (no publicados) obtenidos en los ensayos realizados "in vivo", con corderos.

En el primer ensayo, se comparan hoja fresca, separada a mano diariamente, hoja secada en estufa a 65°C, y hoja secada al aire, bajo cubierto, en ambos casos en la rama.

En el segundo ensayo, se comparan las hojas secadas como el primer caso, con hojas secadas al aire, con exposición a la lluvia durante el proceso de secado. El secado al aire se realizó durante 3 meses en todos los casos.

A nivel global, observamos lo que ya habíamos comprobado antes, el mantenimiento de los valores de digestibilidad cuando la desecación lenta al aire se efectúa en las ramas, en relación a la desecación rápida en estufa. No obstante, en ambos casos existe una pérdida de digestibilidad de alrededor del 15% en relación a la hoja fresca. La lluvia provocó una descenso adicional de al menos, otro 10%, debido a los procesos de lixiviación y/o al enmohecimiento durante el secado.

La digestibilidad de la proteína, ya de por sí baja desde un principio, desciende en la desecación al aire un 25% y casi un 65% en el caso de la desecación en estufa, siendo estos valores muy parecidos en los dos ensayos, realizados en dos años diferentes. Sería interesante profundizar en los factores responsable de esta disminución,

que, por otra parte, no se corresponden con los valores obtenidos en la digestibilidad global.

Un proceso alternativo que pudiera servir tanto a la conservación del producto, como al estudio de los fenómenos que ocurren durante ella, es el ensilado. En nuestro caso, utilizando el producto obtenido mediante picado de las ramas podadas, con una picadora KAPINKA de Dorch, procedimos a su ensilado, realizado al vacío, evitando así las pérdidas iniciales por respiración celular. Los resultados obtenidos (no publicados) supusieron una conservación perfecta en relación al producto inicial (Dig MO $\approx$ 42%). No obstante, debemos señalar que el producto utilizado había sufrido ya una pérdida importante de su valor nutritivo antes del picado e incluso tras este, hasta su conservación en fresco (realizada a 4°C en sacos de plástico) o ensilado, por lo que los resultados no son extrapolables a otras condiciones iniciales del producto y, por descontado, para otros sistemas de ensilado, más usuales en la práctica.

### Conclusiones

Como hemos podido comprobar, se trata de un subproducto, con un valor inicial muy alto, cuya digestibilidad de la materia orgánica está próxima al 60%, pero que sufre procesos degradativos importantes durante los procesos de conservación.

Existen algunos aspectos importantes por conocer,



relacionados con esos procesos degradativos, así como con las condiciones metodológicas en que deben ser realizados los estudios necesarios. Ello permitiría el establecimiento de las condiciones óptimas de manipulación, desde el punto de vista de la preservación de su valor nutritivo.

No obstante, el principal problema que limita su aprovechamiento se deriva de la inexistencia de maquinaria que facilite las operaciones de recogida, transporte y conservación. En este sentido, hemos orientado nuestra actividad en este campo hacia la colaboración con el Departamento de Mecanización Agraria, de forma que sea posible alcanzar un óptimo de aprovechamiento de nutrientes, más que de materia seca, a un coste de manipulación mínimo.

#### RECONOCIMIENTO

Los presentes trabajos han sido realizados dentro del proyecto 2726/83 de la CAICYT y en parte (Hoja de Olivo), fueron galardonados con el premio GENSA de investigación en alimentación animal, en 1987.

#### BIBLIOGRAFIA

CIHEAM (1985) Report of the Chain Analysis 1984/85. Zaragoza. España. 32 pp.

Eraso, E.; Olivares, A.; Gómez, A.; García de Siles, J.L. y Sánchez, J. (1978) Utilización de la pulpa de aceituna en alimentación animal. En "Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal". Gómez Cabrera, A. y García de Siles, J.L., ed., ETSIA, Córdoba, pp 24-45.

FAO (1985) Los subproductos del olivar en la alimentación animal en la cuenca del Mediterraneo. Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal nº 43. Roma. 46 pp.

Giger, Sylvie (1985). Revue sur les méthodes de dosage de la lignine utilisées en alimentation animale. Ann. Zootech, 34 (1): 85-122.

Gómez Cabrera, A.; Eraso, E., Olivares, A. y Sánchez Flores, J. (1980). Utilización de la pulpa de aceituna junto a la granilla de uva para la alimentación animal. ITEA 39: 38-44

Gómez Cabrera, A.; Garrido Varo, Ana; Olivares González, A. y Guerrero Ginel, J.L. (1986) Chemical and nutritional features of olive residue. En "International Symposium on Olive By Products Valorization". FAO, Roma, pp. 373-401.

Gómez Cabrera, A; Olivares González, A., Garrido Varo, Ana; García de Siles, J.L. y Guerrero Ginel, J.E. (1984) Características bromatológicas y utilización en alimentación animal de orujos y pulpa de aceituna. En "Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal II". Gómez Cabrera, A. y col., ed., Universidad de Córdoba, pp. 67-94.

Molina, E.; Aguilera, J.F. et Boza, J. (1984) Traitement à l'alcali du grignon d'olive tamisé épuisé, effect sur la composition chimique et la digestibilité "in vitro". En Valorisation des sous-produits de l'Olivier. FAO. Madrid. pp: 117-121.

Nefzaoui, A. et Zidani M. (1987) Les sous-produits de l'olivier. Institut de l'Olivier. Sfax. Tunisie. 136 pp.

Stafford, Helen. (1988). Proanthocyanidins and the lignin connection. Phytochemistry, 27 (1): 1-6.

Van der Meer, J.M. (1988). Results of a CWC collaborative study I.V.V.O. Lelystad.

Van Soest, P.J. (1982). Nutritional ecology of the ruminant. O&B Books, Inc., Corvallis, USA, 374 pp.

Van Soest, P.J., Conklin, N.L. and Horvath, P.J. (1987). Tannins in foods and feeds. Cornell Nutrition conference.

Cuadro nº 1: ANALISIS DE UN ORUJO REALIZADO POR DISTINTOS LABORATORIOS

	M.S.	Cenizas	P.B.	F.B.	Energía	Dig.T&T
Media	94,19	6,48	9,53	33,56	4.934	22,47
Mínimo	93,45	3,45	7,56	24,38	4.450	12,78
Máximo	95,82	7,28	10,92	42,19	5.369	26,90
Coef. variac.	0,8	13,0	11,0	12,0	4,9	19,1
Nº Laborat.	20	20	20	17	12	13

	Dig.Pep- cel.M.S.	N.D.F.	A.D.F.	A.D.L.	Solub. N.	Dig.bolsa nylon 48h
Media	30,31	66,39	54,09	33,61	9,39	36,69
Mínimo	23,26	55,37	46,67	24,73	1,21	33,50
Máximo	41,38	82,90	71,51	58,87	24,40	49,00
Coef. variac.	17,4	10,1	10,0	25,6	62,50	15,9
Nº Laborat.	12	17	18	16	10	5

CIHEAM (1985). Report of the chain analysis 1984/85.

Cuadro nº 2: DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DE LA MATERIA SECA DE ORUJOS SOMETIDOS A DIFERENTES PROCESOS TECNOLOGICOS.

ORUJO	ACEITUNA FRESCA				ACEITUNA VIEJA	
	PRENSA (indust)		CONTINUO(indus)		CONTINUO(labor)	
	FRESCO	VIEJO	FRESCO	VIEJO	FRESCO	VIEJO
GRASO	15,4	13,8	17,9	13,2	25,4	15,2
AGOTADO	13,8	15,6	19,5	13,3	25,2	14,3
O.DESHUESADO AGOTADO	27,5	—	27,9	—	—	—

Cuadro nº3: DIGESTIBILIDAD "IN VIVO" DE DIFERENTES ORUJOS  
EXTRACTADOS DESHUESADOS

Procedencia	P.B.	% / MS			Digestib. (%)		
		E.E.	F.B.	ADF	MS	MO	PB
Carbonell-78	11,2	4,0	31,5	58,8	19,4	20,9	12,2
Carbonell-79(mela)	9,2	4,7	30,3	—	20,2	18,8	8,0
Carbonell-81	11,6	7,8	35,3	58,7	22,9	22,9	4,5
Carbonell-83	10,6	2,3	36,4	55,0	25,6	25,7	10,9
Espuny-83	10,1	3,2	33,7	56,8	21,8	21,8	8,1
Espuny-83 bis	13,3	4,3	29,0	56,1	25,5	25,8	2,5
Espuny-83(melaza)	14,1	4,6	26,3	52,4	32,7	34,2	20,2
Inst. Grasa-P	17,1	2,8	26,7	59,7	22,4	23,7	7,8
Inst. Grasa-C	14,4	2,4	29,0	58,8	23,1	24,8	4,2
CIHEAM 84/85	9,5	2,8	32,3	57,0	—	21,1	—

Cuadro nº 4: COMPOSICION MEDIA DE LA HOJA DE OLIVO

	<u>Media global</u>	<u>Rango variedades</u>	<u>Nº muestras</u>
MS (%)	50,9	50,4 - 51,6	55
Cenizas (%/MS)	6,9	6,0 - 7,8	98
PB ( " )	11,0	9,4 - 12,4	98
FB ( " )	18,6	17,7 - 19,9	98
NDF ( " )	41,0	38,7 - 44,6	98
ADF ( " )	32,0	29,3 - 34,3	17
PB-ADF ( " )	6,2	5,3 - 6,7	15
ADL ( " )	20,4	17,9 - 22,2	15
Dig. in vivo MO estimada* (%)	63,5	62,0 - 66,4	80

(\*) Digestibilidad "in vivo" estimada a través de análisis  
T&T con standars.

Cuadro nº 5: EFECTO DE LA FORMA DE DESECACION EN LABORATORIO, SOBRE ALGUNOS COMPONENTES QUIMICOS

	Humedad eliminada %	N D F %/MS	A D F %/MS	A D L %/MS	N-A D F %/N.total
Liofilización	47,5	44,4	29,9	19,4	35,1
Estufa 50º C	49,4	37,9	27,6	16,7	33,3
Estufa 100º C	50,1	49,6	35,3	24,5	63,2

Cuadro nº 6: EFECTO DE LA FORMA DE CONSERVACION SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA Y LA DIGESTIBILIDAD DE LA HOJA DE OLIVO

	P B %ss	A D F % ss	PB-ADF % ss	Dig.in vivo MO estimada * %
Estufa (hoja)	11,9	33,1	6,2	52,7
Aire+Estufa.(hoja)	12,6	32,6	5,4	44,6
Aire+Est.(ramas)	12,9	30,3	4,8	51,7

(\* ) Digestibilidad "in vivo" estimada a través de análisis T&T con standards.

Cuadro nº 7: EFECTO DE LA CONSERVACION SOBRE LA DIGESTIBILIDAD "IN VIVO" DE LA HOJA DE OLIVO

Tratamiento	Dig. MS (%)	Dig. MO (%)	Dig. PB (%)
Hoja Fresca	53,9	58,0	30,9
H. Estufa (ramas)	47,5	51,1	11,0
H. Aire (ramas;dentro)	46,6	49,2	22,8
H. Estufa (ramas)	47,2	50,6	13,0
H. Aire (ramas;dentro)	48,5	53,6	23,6
H. Aire (ramas;fuera)	39,4	45,1	15,1



## COMUNICACION A LA PONENCIA VI





DATOS SOBRE LA UTILIZACION DE RESTOS DE PODA DEL OLIVO, VARIEDAD GORDAL, MANZANILLO Y HOJIBLANCO, EN ALIMENTACION DE GANADO CAPRINO. CONSUMO Y REPERCUSION EN LA PRODUCCION LACTEA

J. L. Oppelt Giménez.  
E.U.I.T.A. Sevilla

RESUMEN

En las tres últimas campañas de 1985 a 1988, se han muestreado sucesivamente olivos elegidos aleatoriamente de las variedades gordal, manzanillo y hojiblanco, con cuatro repeticiones en tres parcelas, una por variedad, en el término municipal de Dos Hermanas (Sevilla), con un intervalo de 20 a 32 días, entre el 20 de Octubre y el 15 de Febrero, con un total de 48 muestras por año.

Se han determinado analíticamente en todas las muestras los contenidos en materia seca, nitrógeno total, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y cenizas, elaborándose posteriormente las respectivas curvas con las medias de cada variedad, detectándose oscilaciones y posibles incidencias de la parada invernal.

Igualmente se han tomado datos de campo, para determinar las cantidades de "ramón" derribado, recogida, y transporte.

Con la colaboración de un ganadero particular se han elegido unas cabras en estabulación permanente alimentadas con "ramón" exclusivamente en régimen de autocon-

sumo. Se han determinado los niveles de ingestión, así como, su producción láctea. Animales del resto de la cabaña se tomaron como testigos, controlándose igualmente la producción láctea, estando estos últimos animales en régimen de pastoreo.

Las conclusiones obtenidas son: el consumo que se observó fue del 70% del total suministrado en las variedades gordal y manzanillo y el 50% en hojiblanco. Tras 40 días de estabulación permanente, los niveles productivos en cantidad se mantienen e incluso se observa un ligero incremento en materia seca y grasa.

**P o n e n c i a V I I**  
**HALOBACTERIAS Y RECUPERACION DE RESIDUOS**

**A. RAMOS-CORMENZANA (\*)**

(\*) Dpto. de Microbiología. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada.



## HALOBACTERIAS Y RECUPERACION DE RESIDUOS

A. Ramos-Cormenzana.  
Dpto. de Microbiología. Facultad de Farmacia.  
Universidad de Granada.

Dos de las líneas de investigación que desarrollamos en nuestro departamento se podrían unificar en un aspecto que considero interesante: la conjunción de las halobacterias y la posible recuperación de residuos. Basaré esta ponencia tanto en datos objetivos como ideas y consideraciones personales, muy posiblemente alguna de ellas podrían rozar el campo especulativo o imaginativo solo descartable, si se comprobara que tales aplicaciones no pudieran llegar a ser realizadas.

Es posible que pueda considerarse que las Halobacterias guardan poca relación con estas Jornadas Andaluzas de Producción Animal, respecto al contenido específico sobre "Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal". Intentaré demostrar que considero son microorganismos de un elevado interés práctico y bastante importantes como nuevas fuentes de alimentos.

Iniciaré esta ponencia introduciendo el concepto de Halobacterias, grupo heterogéneo de microorganismos caracterizados por su capacidad de desarrollo en una amplia gama de concentraciones salinas. Al principio se consideró como halófilos a aquellos microorganismos capaces de desarrollarse en presencia de elevada concentración salina. Sin embargo existen muchas clases de seres

halofilos, que se han definido y/o agrupado de acuerdo con diferentes criterios (Kushner 1978, Flannery 1956, Martin y col. 1983, Kushner 1986, Larsen 1986, Truper y Galinski 1986, y Hebert y Vreeland 1987). En mi opinión y de acuerdo con el criterio de la concentración salina que permite el crecimiento óptimo (Kushner 1978, y 1985) se podrían agrupar estos microorganismos en: halofilos ligeros, moderados, extremos, y halotolerantes cuyos óptimos de desarrollo van expuestos en la tabla 1. Las bacterias ligeras o marinas, las moderadas y halotolerantes (incluyendo las denominadas halotolerantes extremas) son Eubacterias, mientras que las bacterias halofilas extremas pertenecen a las Arqueobacterias.

Tabla 1 Clasificación elemental de Halofilos  
(según Kushner 1985)

	Concentración óptima salina
Ligeros o Marinos	0,2-0,5 M (1,2-3 %)
Moderados	0,5-2,5 M (3 -15%)
Extremos	2,5-5,2 M (15 -31%)
Halotolerantes	0 -5 M (0 -30%)

Voy a considerar muy brevemente este grupo microbiano, cuyo interés inicial se debió preferentemente a criterios evolutivos al ser considerados como posibles ancestrales comunes tanto de los seres eucariotas, como de los procariontes. Aparentemente y utilizando criterios exclusivamente morfológicos las Arqueobacterias difícilmente podrían

diferenciarse de las eubacterias. Sin embargo existen diferencias importantes como los rasgos característicos de poseer enlaces éter en los fosfoglicéridos, como consecuencia de seguir la vía metabólica del mevalonato, conjuntamente con otras características como la insensibilidad a determinados inhibidores bacterianos, su típica pigmentación roja debida a los carotenoides (bacterioruberinas) y la ausencia de mureina en su pared celular, poseyendo en su lugar la pseudomureina que confiere unas propiedades muy particulares a este grupo microbiano.

No obstante lo anterior y en relación a las Halobacterias considero no se deben efectuar distinciones bajo un punto de vista de su aplicabilidad biotecnológica, puesto que el rasgo común que las define es su capacidad para desarrollarse en condiciones extremas de elevada concentración salina. En la actualidad se les considera como microorganismos de un enorme potencial biotecnológico debido precisamente a sus propiedades de seres típicamente extremófilos.

Estos microorganismos se encuentran preferentemente en hábitats hipersalinos tanto talasohalinos (composición salina cualitativamente similar en proporción a la del agua del mar), como atalasohalinos (cuando es cualitativamente diferente). Recientemente hemos revisado el potencial biotecnológico de los mismos (Ramos-Cormenzana, 1989) quedando sorprendido en un principio de las enormes posibilidades que resumo en la siguiente tabla 2. De ellas pretendo hacer un énfasis especial a la aplicación en la



producción de alimentos, o en la mejora de la calidad de los mismos, prescindiendo de otras aplicaciones al considerar se apartan de la temática fundamental de estas jornadas.

Tabla 2 Potencial Biotecnológico  
de las Halobacterias

---

Obtención de polímeros:  
PHB  
Polisacaridos microbianos:  
Producción de alimentos  
Producción de Vitaminas y Aminoácidos  
La aplicación de sus enzimas  
En la Industria Farmaceutica:  
Antimicrobianos  
Modificadores Respuestas Biológica Inmune  
Sustancias hormonales  
Biotecnología ambiental  
En la recuperación y obtención de petróleo

---

Una clara evidencia de la utilización de estos microorganismos como alimento la tenemos en el hecho de que los nativos de México (lago Texcoco) o en otros lugares (Chad) utilizan las cianobacterias como alimentos (Ciferri 1983). Entre los posibles microorganismos para utilizar nos encontramos las especies de los géneros Spirulina y Dunaliella.

Las ventajas del uso de las espirulinas se basa en su fácil cultivo, crecimiento a elevado pH y a elevada concentración salina, lo que evita la contaminación por otros microorganismo. Como datos significativos de la importancia de su aprovechamiento, podemos aportar los

siguientes datos relativos a una area determinada dedicada al cultivo de espirulina (Contreras y col. 1979):

a) Se podría obtener una producción 125 veces superior a la correspondiente misma area dedicada al maíz.

b) La producción en proteína sería 70 veces superior a la correspondiente a una piscifactoría.

c) Comparada con la producción ganadera esta sería 600 veces superior.

Finalmente se puede comentar que el cultivo de estos microorganismos abarataría el coste. Este sería mínimo al poderse utilizar agua del mar y aprovechar la energía luminosa.

Por lo que se refiere al *Dunaliella* este se puede utilizar en la producción de glicerol,  $\beta$ -caroteno y proteína (Ben-Amotz y Avron 1983). Precisamente la acumulación de  $\beta$ -caroteno se produce en condiciones de limitación de crecimiento, que se pueden conseguir al incrementar la concentración salina en el medio de cultivo.

Desde hace pocos años se ha considerado de particular importancia la producción de enzimas por los microorganismo halófilos. Concretamente se ha ensayado una nucleasa extracelular derivada del *Micrococcus varians* ssp. *halophilus* en la comercialización de agentes empleados en la condimentación de alimentos (Kamekura y col. 1982).

La producción industrial de polisacáridos de origen

microbiano (Sutherland 1983) sigue siendo del máximo interés no solo por sus aplicaciones en microbiología alimentaria sino por sus múltiples aplicaciones de tipo industrial, incluyendo la industria petrolífera. Son numerosos los polisacáridos de origen microbiano descritos (tabla 3), de los que sin duda alguna se podría considerar al xantano como el de mayor utilidad, debido preferentemente a su capacidad de suspensión y su excepcional viscosidad. Su aplicación en la industria alimentaria es incuestionable. También se ha descrito la formación de polisacáridos por halófilos, como la formación de una sustancia polimérica extracelular producida por el *Haloferax mediterranei* (Anton y col. 1988). En numerosas cepas halófilas moderadas estudiadas en nuestro departamento hemos observado la formación de sustancias poliméricas extracelulares, lo que sugiere un amplio campo de investigación.

Tabla 3 Principales polisacáridos  
de origen microbiano

---

Emulsanos  
Xantanos  
Curdlanos  
Pululanos  
Escleroglucano  
Dextranos  
Alginatos

---

Vamos a referirnos ahora a un problema que en Andalucía hace años que tenemos planteado: el problema de la eliminación de los "alpechines". Los alpechines o aguas residuales originadas en la industria oleícola posiblemente-

te representan uno de los vertidos de residuos más importantes en la Comunidad Autónoma de Andalucía debido a su elevado grado de contaminación ambiental.

La composición fundamental de estos alpechines corresponde a un 83,4% de agua, 14,8% de materia orgánica, y aproximadamente 1,8% de sales minerales (Fiestas Ros de Ursinos 1958), aunque varía la composición según unos u otros autores (Ramos-Cormenzana 1986), posiblemente debido a factores varios como los orígenes de las aceitunas o el proceso empleado en la industria. No son coincidentes los valores descritos en la bibliografía que hacen referencia a la composición en materia orgánica, aunque siempre se describe la existencia de compuestos fenólicos y no fenólicos, interesa destacar que la proporción total de polifenoles es del orden del 1,75%. El aspecto de color negrozco se debe al pigmento del alpechín, un complejo que unos lo identifican como un polímero de catecol-melaninas (Ragazzi y col 1967), y más recientemente de tipo fenólico cuya composición incluye polisacáridos, ligninas, proteínas y lípidos, entre otros muchos componentes (Saiz-Jiménez y col 1986). Parece ser que las aguas residuales de vegetación resultan un vehículo ideal para la polimerización y agregación de otros componentes, debido a los encimas que allí existen, capaces de oxidar y polimerizar compuestos aromáticos. Creemos que estos polímeros complejos son los principales responsables de su difícil biotransformación, por lo que pueden ser consideradas como moléculas recalcitrantes, precisamente por su difícil

biodegradación. Se considera que los polifenoles en el alpechín, debido a su acción antimicrobiana, dificultarían o impedirían el desarrollo de microorganismos biotransformadores de diferentes moléculas orgánicas, lo que a su vez dificultaría la acción de diversos microorganismos de interés industrial.

Las circunstancias derivadas de esta difícil biodegradación hicieron que en 1982, por la Administración se considerara de utilidad pública cuantos dispositivos sirvieran para la neutralización o eliminación de los alpechines producidos en las almazaras. Entre los sistemas recomendados se sugirió la lagunación como una forma sencilla y económica para la eliminación del alpechín. No obstante, en numerosos casos, estas balsas y lagunas se dispusieron sin un adecuado control, con el correspondiente riesgo para la contaminación de acuíferos o de las zonas de cultivo.

La concienciación del problema ha conducido a numerosas propuestas para el aprovechamiento y depuración integral del alpechín, considerándose preferentemente las siguientes soluciones, que pasamos simplemente a enumerar:

1. Recuperación del aceite
2. Producción de biomasa
3. Producción y mejora de alimentos o piensos
4. Abonos o fertilizantes
5. Producción de Energía (Biogas)
6. En ingeniería de caminos
7. Obtención de subproductos

## 8. Industria Farmaceutica

## 9. Depuración físico-química y biológica

Fedeli (1986), realiza lo que considero uno de los mejores estudios de análisis sobre las posibles nuevas perspectivas para el aprovechamiento o reutilización del alpechín. Considera la importancia de cinco parámetros: inversión, coste de procesos, coste de limpieza, coste de ecología residual, y valor del producto, para desarrollar la ecuación:

$$CE + CI + CD - RC = Q$$

donde CE = coste ecológico

CI = coste industrial

CD = coste de limpieza de residuos

RC = valor del producto

Q = factor de evaluación de beneficios

De un análisis exhaustivo de todas las posibilidades surge la probabilidad de obtener o no un rendimiento del alpechín, de acuerdo con que Q sea negativo, cero ó positivo.

En nuestro departamento se lleva investigando desde hace tiempo sobre este problema, encontrando en las primeras investigaciones realizadas que la biodegradación es factible (Tormo y col. 1979), lo que fácilmente puede deducirse del aclaramiento que se origina con diferentes cultivos microbianos. Por otra parte hemos puesto un énfasis especial en la biotransformación del pigmento del alpechín, constatando la mencionada transformación por dos

hongos, el *Phanerochaete chrysosporium* (cepa SC 26), y el *Aspergillus terreus* FFF 21. Hongos que originaron la decoloración del pigmento por la despolimerización y acumulación de fenoles de bajo peso molecular, fig. 1. (Pérez y col 1987).

Nuestro interés en estas Jornadas Andaluzas de Producción Animal, se basan en conjuntar la posible aplicación de las halobacterias en la obtención o mejora de alimentos o piensos. Como expuse anteriormente, parte de estas hipótesis se pueden considerar como teorizantes o especulativas, pero todas ellas poseen la suficiente base científica para sugerir una correcta aplicación:

1.- Obtención de proteína microbiana. Se ha discutido la eficacia de las balsas de almacenamiento del alpechín. Las directrices de la CEE parecen sugerir su supresión. Personalmente pienso que debería replantearse su utilización. Estas balsas, tras un meticuloso estudio, deberían estar correctamente realizadas, lo que permitiría la inclusión de pequeños dispositivos que facilitarían la circulación de las aguas residuales de las almazaras, con lo que se conseguiría también una adecuada agitación de las mismas. La adición de sal dificultaría la putrefacción del alpechín, con lo que se evitaría la formación de olores desagradables. La posterior adición de los correspondientes inoculantes de microorganismos halófilos, facilitaría el aprovechamiento de estas balsas para cualquiera de las utilidades antes reseñadas, como la producción de proteína

no convencional o la obtención de pigmentos, como los B-carótenos.

2.- Obtención de vitaminas y aminoácidos. En unas investigaciones previas realizadas en nuestro departamento comprobamos la formación y acumulación de aminoácidos a partir de subproductos del olivar, orujillo de la aceituna, (Pozo y col 1974). En investigaciones recientes hemos podido comprobar la formación de aminoácidos y vitaminas por bacterias halófilas moderadas (resultados no publicados). De estos hechos se sugiere la posible utilización de estos microorganismos, para la producción de los mencionados productos, y de ahí su empleo como reforzantes nutritivos para alimentos o piensos.

3.- Producción de polisacáridos. Mencionábamos antes la importancia de los polisacáridos de origen microbiano.

Es posible, según recientes resultados que hemos obtenido, la formación de xantano a partir del alpechín. Las condiciones para una satisfactoria producción de xantano son relativamente sencillas, lo que en principio podría sugerirse como una adecuada solución en el aprovechamiento de los alpechines. Por otra parte, anteriormente indicábamos la formación de polisacáridos por parte de microorganismos halófilos extremos y moderados. En algunos casos concretos, se ha avanzado en el conocimiento de estos polisacáridos destacando su interés por mantener su viscosidad a diferentes pH, temperatura elevada y estabilidad a elevada concentración salina. En microbiología



alimentaria constituirían gomas de excepcional interés para un óptimo aprovechamiento de los alimentos condimentados con sal.

Se ha considerado que existen dos inconvenientes fundamentales para la utilización de los alpechines como sustrato para la biotransformación por diferentes microorganismos, la variabilidad del poder inhibitorio de los componentes del alpechín y el lento desarrollo del proceso de fermentación. Ambos inconvenientes podrían solventarse con relativa facilidad; el poder inhibitorio se disminuiría o anularía, si previamente se utilizaran microorganismos degradadores de esos productos tóxicos, como pudieran ser los hongos degradadores del pigmento ensayados en nuestro laboratorio. El lento desarrollo se solucionaría con un ensayo previo y posterior utilización de los halófilos moderados productores de polisacárido. Estos halófilos moderados crecen en un amplio margen de concentración salina, existiendo un óptimo que fácilmente podría crearse de acuerdo con la especie bacteriana elegida.

El objetivo preferente de esta ponencia ha sido sugerir nuevas ideas que puedan llegar a ser desarrolladas por diferentes equipos investigadores, con vistas a una producción de alimentos y/o a una mejora en la calidad de los mismos.

#### Agradecimiento

Quiero expresar mi agradecimiento a los organiza-

dores de estas jornadas que han hecho posible mi presencia en las mismas. A la CICYT, por la concesión del proyecto de investigación PA86/0236, y a la Junta de Andalucía, pues, parte de los resultados expuestos, se han realizado con las mencionadas ayudas.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) Anton, J., I. Meseguer, Y F. Rodríguez-Valera 1988. Composición, reología, y producción de un exopolisacárido producido por *Haloferax mediterranei*. Biotec 88/Abstracts. 2nd Spanish Conference on Biotechnology. Barcelona.
- 2) Ben-Amotz, A., y M. Avron 1983. Accumulation of metabolites by halotolerant algae and its industrial potential. *Ann. Rev. Microbiol.*, 44: 95-119.
- 3) Ciferri, O. 1983. *Spirulina*, the edible microorganism. *Microbiol. Rev.*, 47: 551-578.
- 4) Contreras, A., D.C. Herbert, B.G. Grubbs, y I.L. Cameron 1979. Blue-green alga, *Spirulina*, as the sole dietary source of protein in sexually maturing rats. *Nutr. Rev. Intern.*, 19: 749-763.
- 5) Fedeli, E. 1986. New perspectives for vegetation water and olive residue use. pp 229-261. En FAO International Symposium on olive by Products Valorization. Sevilla. (Madrid ed.).
- 6) Fiestas Ros de Ursinos, J.A. 1958. Los alpechines y la riqueza piscícola. *Bol. Oleicultura Intern.* nº 42: 35-37.
- 7) Flannery, W.L. 1956. Current status of knowledge of halophilic bacteria. *Bacteriol. Rev.* 20: 49-66.
- 8) Hebert, A.M., and R.H. Vreeland 1987. Phenotypic comparison of halotolerant bacteria; *Halomonas halodurans* sp. nov., nom. rev., comb. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 37: 347-350.
- 9) Kamekura, M., T. Hamakawa, y H. Onishi 1982. Application of halophilic nuclease H of *Micrococcus varians* subsp. *halophilus* to commercial productions of flavoring agent 5'-GMP. *Appl. Environ. Microbiol.* 44: 994-995.
- 10) Kushner, D.J. (1978) Life in high salt and solute concentrations: Halophilic bacteria, pp 317-368. En D.J. Kushner (ed.) Microbial Life in Extreme Environments.

Academic Press, Inc. New York.

- 11) Kushner, D.J. (1985) "The Halobacteriaceae' En The Bacteria, volumen VIII, 171-214. Eds. Woese C.R., y Wolfe R.S. Academic Press, Orlando FL.
- 12) Larsen, H. 1986. Halophilic and halotolerant microorganisms an overview and historical perspective. FEMS Microbiol. Rev. 39: 1-4.
- 13) Martín, E.L., T. Duryer-Rice, R.H. Vreeland, L. Hilsabeck, y C. Davis 1983. Effects of NaCl on the uptake of  $\alpha$ -(<sup>14</sup>C) aminoisobutyric acid by the halotolerant bacterium *Halomonas elongata*. Can. J. Microbiol. 24: 1424-1429.
- 14) Pérez, J., M. T. Hernández, A. Ramos-Cormenzana, y J. Martínez 1987. Caracterización de fenoles del pigmento del alpechín y transformación por *Phanerochaete chrysosporium*. Grasas y Aceites 38: 367-371.
- 15) Pozo, R., J.A. Arrebola, A.M. Baya, F. Ruiz-Berraquero, y A. Ramos-Cormenzana 1974. Iniciación al estudio de la producción de proteínas a partir de orujillos de aceituna. Pharmacia Mediterranea, 10: 1415-1422.
- 16) Ragacci, E., G. Veronese, y A. Prietrogrande 1967. Recerche sui costituenti idrosolubili delle olive. Nota II. Pigmenti e polisaccaridi. Ann. Chim. 57: 1396-1413.
- 17) Ramos-Cormenzana, A. 1986. Physical, chemical microbiological and biochemical characteristics of vegetation water, pp 19-40. En FAO International Symposium on olive by products valorization. Sevilla. (Madrid eds.).
- 18) Ramos-Cormenzana, A. 1989. Ecological distribution and biotechnological potential of halophilic microorganisms. En prensa.
- 19) Saiz-Jiménez C., G. Gómez Alarcón, y J.W. fr Leeuw 1986. Chemical properties of the polymer isolated in fresh vegetation water and sludge evaporation ponds, pp 41-60. En FAO International Symposium on olive by products valorization. Sevilla. (Madrid eds.).
- 20) Sutherland, I.W. 1983. Extracellular polysaccharides. En Biotechnology (Verlag Chemie) 3: 531-574.

**P o n e n c i a VIII**

**APROVECHAMIENTO CONJUNTO DE  
SUBPRODUCTOS LIGNOCELULOSICOS Y LIQUIDOS  
CONTAMINANTES, PROCEDENTES DE LAS  
INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS EN LA  
ALIMENTACION DE LOS RUMIANTES**

V. GONZALEZ GONZALEZ (\*)

(\*) Instituto de Alimentación Animal (C.S.I.C.) - Madrid.



"APROVECHAMIENTO CONJUNTO DE SUBPRODUCTOS LIGNOCELULOSICOS  
Y LIQUIDOS CONTAMINANTES, PROCEDENTES DE LAS INDUSTRIAS  
AGROALIMENTARIAS EN LA ALIMENTACION DE LOS RUMIANTES".

Vicente González González.  
Instituto de Alimentación Animal. C.S.I.C. Madrid.

INTRODUCCION

La creciente demanda mundial de alimentos ha motivado una fuerte competencia entre el hombre y los animales por ciertos alimentos que pueden ser utilizados por ambos. Las raciones que se utilizan para la producción de carne o de leche están basadas principalmente en aquellos cereales que suponen la principal fuente de alimento para los países en desarrollo, con deficiencias generalizadas de energía y proteína (Lapedes, 1980), calculándose que para 1990 habrá una escasez de grano del orden de los 100 millones de Tm. Actualmente el 40% de la producción total de grano es utilizada por los países desarrollados, que tienen el 20% de la población mundial y el 60% de este grano se utiliza en alimentación animal (Engelhardt, 1985).

Existe además otro argumento en controversia de la producción animal intensiva, válido actualmente y en el futuro. La eficiencia de la transformación de los alimentos en productos animales es muy baja, tanto de la proteína como de la energía (Jamick et al., 1976). Esta situación cuestiona cual va a ser el futuro de la producción animal.

Por otra parte, solamente el 11% de la superficie mundial es cultivable y unicamente el 50% de la materia seca recolectada se puede utilizar directamente para consumo humano. La otra mitad solamente es apta para ser consumida por animales herbívoros. Estos materiales están compuestos por fibra, subproductos y desperdicios de la agroindustria alimentaria, que contienen proteínas de excelente calidad y algunos compuestos nitrogenados no proteicos.

Para nuestros propósitos tienen la ventaja de que estos materiales no pueden utilizarse directamente para consumo humano y pueden transformarse en proteína animal de alta calidad, a pesar de que la eficiencia de su conversión sea baja.

De los millones de toneladas de fibra disponibles solamente se consume por los animales una pequeña cantidad. Desgraciadamente la celulosa está incrustada en estructuras de lignina indigestibles que impiden su aprovechamiento por los animales (Van Soest, 1982).

La alimentación de los rumiantes, por lo tanto, y de algunos tipos de monogástricos, probablemente, se tendrá que apoyar en la utilización de subproductos como fuente principal de alimento. Hay varias razones que apoyan esta afirmación.

Primero, el aumento de la demanda de productos de alta calidad para alimentación humana ha dado como resultado subproductos adicionales producidos por la in-

dustria y, segundo, el que la alimentación de los animales con subproductos disminuye los problemas de la industria para deshacerse de ellos y reduce la cantidad de concentrados que hay que incluir en las raciones para aspirar a rendimientos altos. Por lo tanto, todos aquellos subproductos que puedan ser procesados, almacenados e incorporados a programas de racionamiento bien equilibrados deberían desempeñar un papel de máxima importancia en la alimentación de los rumiantes, para la producción de alimentos para el hombre.

Los subproductos que consideramos en esta comunicación incluyen los lignocelulósicos tales como las pajas de cereales, cañote y zuros de maíz, paja de leguminosas, etc., así como aquellos líquidos que representan un serio problema para la industria que las produce, porque su vertido supone un serio desequilibrio ecológico o, como alternativa, grandes inversiones en tecnología para su eliminación en forma no contaminante.

Entre estos últimos se encuentran los sueros de quesería, las vinazas procedentes de la obtención de alcohol a partir de melazas de remolacha, las levaduras de cerveza, la pulpa de patata procedente de la obtención de almidón, los micelios de la fabricación del ácido cítrico, los alpechines de almazara y probablemente muchos más, todos ellos con una característica común: escasa materia seca y alto poder contaminante.



## El suero de leche

La proteína que llega al intestino delgado de los rumiantes es de dos orígenes: proteína del alimento no degradada (by-pass) y proteína microbiana. La cantidad de proteína que no se degrada en el rumen puede ser muy variable.

Por otra parte, la síntesis de proteína microbiana depende del aporte de amoníaco (Hungate, 1966), de la disponibilidad de energía digestible (Stern et al., 1978) y de las cadenas de carbono para la síntesis de los aminoácidos (Allison et al., 1962). La mayoría de los enlaces de carbono se producen durante la degradación de los hidratos de carbono a ácidos grasos volátiles (A.G.V.). Sin embargo puede suceder que no se produzcan las suficientes cantidades de A.G.V. para conseguir el máximo de síntesis proteica (Oltjen et al., 1971; Umuna et al., 1975; Felix et al., 1980a, b). Algunas bacterias celulolíticas también requieren aminoácidos específicos (Chalupa, 1968; Maeng et al., 1976) o péptidos (Pitman y Briant, 1964; Wright, 1967) para lograr un desarrollo óptimo.

Cuando el nitrógeno no protéico (NNP) aporta todo el nitrógeno en raciones hipoprotéicas y con grandes proporciones de forraje, el desarrollo de la población microbiana se ve reducido (Prokop et al., 1976; Kempton et al., 1977; Lusby, 1982). La administración de una combinación de urea y de proteína no degradable, como puede ser la de

la harina de sangre, puede también limitar el crecimiento microbiano.

El suero es un subproducto de la industria láctea que en su mayoría ha de ser vertido o descartado de alguna manera. Armsbruster (1974) ha demostrado que el suero es una fuente de proteína degradable que se puede utilizar para incrementar los niveles de aminoácidos en el plasma. Stock et al., 1986a han demostrado que la suplementación de raciones con suero de leche deslactosado resulta en un aumento de la síntesis microbiana y un mayor aporte de aminoácidos al abomaso, al mismo tiempo que aumenta la ganancia y el índice de transformación (Varner y Woods, 1970; Hendrix, 1974; Prokop et al., 1976) de las raciones suplementadas con urea. Estos resultados han sido comprobados por Stock et al. (1986b) en los que demuestran que la utilización de suero deslactosado tiene un efecto positivo sobre la ingestión de materia seca y sobre el desarrollo de corderos y terneros en crecimiento.

#### La levadura de cerveza

En la industria cervecera, además de la conocida cebadilla que tradicionalmente se viene empleando para la alimentación de vacas lecheras, existe otro subproducto, el caldo de levadura de cerveza, que normalmente se elimina como materia residual, ya que su total desecación o preparación para dietética humana es antieconómica. Está constituido por células vivas de levadura (*Saccharomices uvarum*, var. *Carlbergensis*) y cerveza no clarificada, rico

en prótidos y vitaminas del complejo B, excepto la B<sub>12</sub>. Este producto, sometido a un proceso de estabilización y lisando las levaduras existentes en suspensión con el fin de eliminar los problemas de conservación y facilitar su empleo sin originar trastornos digestivos en los animales, supone una fuente de nutrientes de importancia para la alimentación animal, especialmente en los rumiantes. Los efectos de la utilización del caldo de levadura de cerveza en raciones isocalóricas e isoprotéicas administradas a corderos en crecimiento demuestran que la principal respuesta está en un incremento de la digestibilidad de la materia seca (7,7%) así como un efecto de sustitución de concentrados, que condiciona una mejor utilización de los nutrientes administrados a los animales. (Zaera et al., 1974). Igualmente se ha demostrado que la sustitución de concentrados por C.L.C. es económica y reduce los costes de producción del litro de leche cuando se utiliza como un ingrediente más de la ración (Gómez et al., 1975).

Durante la fermentación de la cerveza en las fábricas la levadura se multiplica entre 3 y 8 veces. Esta levadura se utiliza solo parcialmente para la siguiente fermentación y la mayor parte de la sobrante debe ser eliminada. Está claro que el manejo de esta levadura, que a los cinco días de almacenamiento presenta un valor de D.B.O. de 200.000 mg/l (sobre la base de un 16% de levadura y un 2,3 % de alcohol, Ingledew et al., 1977) es extremadamente costoso y un despilfarro si consideramos el

alto valor nutritivo de este subproducto.

En nuestros días, a pesar de los enormes esfuerzos en investigación para la producción industrial de proteínas unicelulares, es sorprendente que la industria cervecera no haya puesto mayor interés en el futuro de este subproducto como fuente de proteína para alimentación animal. Esta situación es aún más sorprendente si consideramos que la producción de proteínas unicelulares incluye levaduras de petróleo, con efectos residuales carcinogénicos, y bacterias con muchos ácidos nucleicos y menos aceptados por el consumidor. Parece claro que el destino de este subproducto final de la industria cervecera debiera orientarse hacia la sustitución de granos y concentrados, especialmente en alimentación animal.

Puesto que el coste de desecación o concentración es prohibitivo desde el punto de vista económico, la utilización de este material como alimento, a ser posible directamente, parece que es la aproximación más lógica para su utilización.

#### Las vinazas

Y, por último, consideramos aquí las vinazas como líquido derivado de la fermentación de las melazas de azucarería para la obtención de alcohol, levadura y ácido cítrico, principalmente y de otros productos posibles que señale el futuro desarrollo tecnológico. Su valor radica en su riqueza en proteína digestible y en sales minerales,

con la limitación de un alto porcentaje de potasio ( $\approx 6\%$ ). Presenta, igual que los anteriores, problemas de almacenamiento, concentración y vertido, ya que la industria de piensos compuestos no puede absorber toda la producción.

Por otra parte, la problemática que presentan los productos lignocelulósicos es bien conocida. No obstante, conviene recordar que una gran parte de la lignina de las paredes celulares de los materiales lignocelulósicos (principal factor que restringe su digestión en el rumen) está unida por enlaces covalentes a los hidratos de carbono y que estos complejos lignina-carbohidratos se disuelven en el rumen, aunque no son digeridos (Neillson y Richards, 1982). Algunos de los enlaces lignina-carbohidratos son muy lábiles a los ácidos y, teniendo como base este fenómeno, se ha tratado de mejorar la digestibilidad de la paja de cereales, entre otros subproductos, mediante pretratamientos con pequeñas cantidades de ácidos, con resultados positivos. La celulosa se hincha por la acción específica de los ácidos, su cristalinidad se modifica con el tratamiento y, como consecuencia, se hace más susceptible el ataque enzimático en el rumen. Asociado al incremento en digestibilidad está la mayor solubilidad en agua de los carbohidratos, los cuales, al ser totalmente metabolizados por el rumiante, contribuyen al beneficio neto que ocasionan los tratamientos con ácidos en cantidades moderadas (Crostwhaite, et al., 1984). En resumen, la acidificación suave y continuada genera carbohidratos solubles, predominantemente procedentes de las hemicelulo-

sas, mientras que los tratamientos más intensos actuarían sobre la celulosa. Puede concluirse, por lo tanto, que el incremento en la digestibilidad que se observa en los productos lignocelulósicos sometidos a procesos de acidificación se debe en gran parte a la generación de material hidrosoluble (Croswhaite et al., 1984).

### El efecto asociativo

El efecto asociativo es una expresión actualmente aceptada por la mayoría de los nutrólogos y uno de los misterios de la alimentación de los rumiantes. En términos vulgares quiere decir que cuando se incluyen en las raciones de los animales dos o más ingredientes, su valor nutritivo final no es el resultado de la suma de los valores nutritivos de todos ellos. Este fenómeno se da principalmente cuando se administran concentrados o grano a los animales que consumen forrajes y, en menor medida, con las mezclas de forrajes.

Esta sinergia será aún más patente en tanto en cuanto el rúmen funcione en condiciones óptimas. Y este funcionamiento dependerá esencialmente de la cantidad y de la calidad de la FIBRA que se incluya en la ración.

En el caso concreto del ganado vacuno lechero se pueden establecer dos postulados básicos en relación con la forma en la cual la FIBRA afecta la función del rúmen:

1.- La fibra basta (más de 4 cm de longitud) estimula la rumia y el flujo de saliva y provoca unas rela-

ciones acetato/propionato idóneas para generar un nivel adecuado de grasa en la leche, por ejemplo. Sin embargo, cuando la FIBRA está sometida a una molienda fina (forrajes molidos y granulados, etc.) se ha destruido la capacidad de la fibra para mantener un nivel adecuado de grasa en la leche.

2.- Los carbohidratos celulósicos muy digestibles generan grandes cantidades de microorganismos celulolíticos que producen, como consecuencia, las relaciones acetato/propionato más bajas y, por otra parte, se ven favorecidas cuando el pH del rúmen es más alto. Además, el tiempo de rumia diario es directamente proporcional a la ingestión de FIBRA TOTAL (Fibra Neutro Detergente) (Van Soest, 1987).

Estos hechos han llevado a la conclusión de que el nivel óptimo de Fibra Neutro Detergente (FND) en las raciones debe estar alrededor del 34% en la ración total (forrajes más concentrados) para producciones medias de 20-25 litros por vaca y día. Sin embargo, el % de FND deberá ser menor para vacas de muy alta producción -más de 35 l. de leche por día-, hecho que coincide con el criterio económico de que las vacas de alta producción lechera requieren más alimentos concentrados que las de menor producción. Puesto que la producción está relacionada con la cantidad de alimento que el animal consume y ésta es función de la cantidad de FND ingerida, la Fibra Neutro Detergente es el parámetro más útil para valorar los forrajes (Mertens, 1983).

Por otra parte, es de la mayor importancia y un hecho de sobra conocido, el que la alimentación de las vacas debe ser lo más uniforme y constante posible a través de toda la lactación para evitar las, tan comunes, caídas en la producción debidas al cambio de las características de la ración de volumen. La variabilidad de los forrajes y alimentos de volumen, por su distinta capacidad de fermentación en el rúmen, dan como resultado respuestas variables en la producción de leche.

El problema más grave que se presenta en España, en relación con la producción de leche, es la falta de forrajes o alimentos de volumen con características nutritivas conocidas y uniformes.

La tecnología es capaz de poner en el mercado alimentos de volumen de alta ingestibilidad, con valores analíticos tipificados, uniformes y garantizados, que faciliten al ganadero el ajuste de las raciones para el ganado con criterios modernos de necesidades alimenticias, al mismo tiempo que le permiten optimizar sus producciones.

Esta tecnología, cuya base científica y resultados prácticos conocemos, nos permite afirmar que quizá, el camino para poder competir con el resto de los países de la Comunidad Económica Europea, sea el paliar nuestra escasez de forrajes naturales con nuevas tecnologías que permitan la utilización de subproductos agroindustriales.



## El ensilaje como alternativa

Como es bien sabido, el ensilaje es un método de conservación de los alimentos sin previa desecación, que se basa en la regulación de los procesos fermentativos naturales en condiciones anaeróbicas. Aunque se aplica principalmente a la hierba y forrajes, resulta también de gran utilidad para la conservación de raíces, tubérculos y subproductos agrícolas frescos o recién recolectados.

Aquí lo consideramos como procedimiento para conservar y facilitar el uso de los subproductos agroindustriales acuosos o semilíquidos (vinazas, sueros, levaduras) y para incrementar el valor alimenticio de los lignocelulósicos (pajas, cañotes, etc.).

De este modo en el Instituto de Alimentación Animal del C.S.I.C., mediante un contrato de colaboración con la industria privada, se ha investigado el valor nutritivo de subproductos fibrosos típicos, como las pajas de los cereales, mezclándolos con subproductos acuosos o pobres en materia seca, aprovechando el carácter ácido de algunos de ellos y su fácil acidificación en el ensilaje, como factor desencadenante de procesos bioquímicos que llevan a su conservación y que conducen, además, a una utilización más eficaz del valor nutritivo potencial de todos ellos (González et al., 1987)\*.

\*Contrato de Investigación entre el Instituto de Alimentación Animal y la Empresa Forrajes y Proteínas, S.A.

Se ha utilizado paja de cereales a la que se añade una mezcla estabilizada de subproductos acuosos de origen industrial hasta conseguir un producto con una humedad en torno al 60%. Simultáneamente se le adiciona ácido fórmico a razón de 3,5 kg/TM, según recomienda la bibliografía para ensilados de materia seca alta. Esta mezcla se introduce en sacos de PVC de galga 600 con capacidad suficiente para 40 Kg de producto y se cierran herméticamente al semivacío.

Después de un período de fermentación de 3 semanas, los microsilos no suelen presentar síntomas de hinchazón y a su apertura no se aprecia salida de gases, ofreciendo un olor agradable afrutado, no picante, aspecto uniforme y color tostado. Las características del producto resultante quedan reflejadas en la Tabla 1.

La cantidad de ácidos acético y láctico detectada sugiere que el proceso fermentativo está dominado una vez alcanzado el pH 4,5, por bacterias lácticas heterofermentativas, muy tolerantes al ácido acético. Al ser la paja pobre en azúcares solubles, estos habrían sido aportados por los diferentes subproductos acuosos de la mezcla. El hecho de que el pH no descienda por debajo de 4, podría ser debido a que la calidad y cantidad de azúcares disponibles limita, en parte, la acción de la flora láctica, aunque la cantidad de ácido láctico producido, junto con el ácido fórmico añadido con un pH final = 4,9 no permiten el desarrollo de bacterias butíricas. A esto contribuye, igualmente, la materia seca del producto (40,7%) que

implica una presión osmótica a la que son sensibles las bacterias butíricas: Se sabe que con esta proporción de M.S. el crecimiento de Clostridia se ve comprometido a pH menor de 4,8 (Demarquilly, 1981).

Tabla 1.- Composición químico bromatológica, características de la fermentación y parámetros nutritivos del micro-silo de paja y subproductos acuosos, con un 40,7% de materia seca (MS) (González et al., 1987)

<u>Composición químico-bromatológica</u>		<u>Características de fermentación</u>	
Proteína bruta (N por 6.25)	10,4	pH	4,30
Grasa bruta %	1,88	N%	1,23
Cenizas %	9,90	N-NH <sub>3</sub> /N %	0,05
Fibra neutro detergente (FND) %	66,40	N-NH <sub>3</sub> /N total %	4,06
Fibra ácido detergente (FAD) %	46,60	AGV totales	6,18
Celulosa %	38,90	Ac. acético %	5,40
Lignina %	5,60	Ac. butírico %	0,01
Ca %	0,25	Ac. láctico %	0,90
P %	0,15		
K %	3,80		
Mg %	0,22		
Na %	0,94		

En las pruebas realizadas con corderos, los consumos de materia seca de estos microensilados fueron un

20,5% más alto que cuando se administra a los animales paja sola (González et al., 1987). En situaciones como la presente en las que el alimento ofrecido tiene una digestibilidad de la energía menor del 70%, la ingestión y la digestibilidad guardan una correlación positiva y los animales tienden a mantener un nivel constante de ingesta en el rumen. El consumo está determinado en este caso por la capacidad de vaciado del rumen. El incremento del 27,9% sobre los coeficientes de digestibilidad de la materia seca estaría condicionado, de un lado, por la capacidad del proceso de fermentación para generar sustancias hidrosolubles y rápidamente fermentables; de otro, por el hecho de que la materia seca de los subproductos acuosos del ensilado de paja es muy digestible (DMS 80%). En tanto que los niveles máximos de ingestión de paja de cereales se alcanzan a las 21 semanas de acostumbramiento, con este producto solo fueron necesarios 10 días para conseguir la estabilización de la ingestión máxima expresada en la Tabla 1.

A la vista de las cantidades de MS y PB ingeridas por animal y día, este producto parece satisfacer tanto las necesidades en PB de los microorganismos ruminales (6-8% de PB en rumen, Van Soest, 1982) como las de mantenimiento del animal. Efectivamente, las cantidades de energía y de PB ingeridas por los animales, se aproximan a las establecidas, de alrededor de 7,8 g de PB/MJ de EM (Holmes, 1980) para asegurar el óptimo funcionamiento del rumen y la máxima cantidad de proteína microbiana que

llega al intestino delgado sin experimentar pérdidas.

Frente a este proceso de acidificación que experimentan las mezclas de subproductos fibrosos con substratos fácilmente fermentables, las pajas que han sido tratadas con sosa alcanzan un pH muy alto (hasta pH 12). En consecuencia el ensilaje en estas condiciones significa más bien conservación, aunque se puede producir alguna fermentación de carácter anaerobio.

#### La utilización de subproductos en producción de leche

En la actualidad la utilización de subproductos en programas de producción de leche es escasa, aunque algunos se usen correctamente porque su valor nutritivo es alto y son factibles de ser almacenados. No obstante, parece imprescindible una utilización más extensiva de subproductos puesto que su potencial puede llegar hasta el 60% de TDN o incluso más. El vacuno de leche puede satisfacer la mitad de sus necesidades con un 50-60% de TDN, pudiéndose incluir aquí el ganado de reposición, las vacas secas y las lactantes en los 3-4 últimos meses de lactación.

Por otra parte las vacas de alta producción necesitan concentrados y forrajes de buena calidad. La alfalfa, por ejemplo, es un excelente forraje para producción de leche debido a su alta proporción de protoplastos, rápida fermentación de la fibra y notable proporción de proteína. La combinación de alfalfa y de subproductos pueda suponer una fuente económica de forrajes en determinadas circuns-

tancias.

A medida que la utilización de subproductos se extienda a través de la investigación y como los cereales suban de precio o no se disponga de ellos, tales materiales tendrán que encajar en el futuro en programas prácticos de alimentación de los rumiantes.

Como sucede a menudo en agricultura no existe una solución única al problema que representan los subproductos antes mencionados. Probablemente existen multitud de soluciones, cada una orientada hacia un aspecto particular del problema. La investigación en este campo tiene que tener tres objetivos principales: El incremento de la digestibilidad de los lignocelulósicos para los rumiantes, el aumento de la cantidad de proteína y la mejora de la aceptabilidad, y consecuentemente, conseguir niveles altos de ingestión.

Los carbohidratos representan el principio orgánico más importante cuantitativamente que llega a los microorganismos del rumen y que estos utilizan como fuente de energía. Teniendo en cuenta que la energía es uno de los factores limitantes de la producción animal, parece interesante cualquier proceso de bajo costo que conduzca a una mayor disponibilidad y utilización de esta energía.

La consecución de los objetivos anteriormente citados incidirán, como ya apuntábamos anteriormente, por un lado, en el abaratamiento de la alimentación de los rumiantes, y, por otro lado, en la utilización racional de

subproductos industriales líquidos, muy contaminantes, con lo que se favorecería el equilibrio ecológico.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) ALLISON, M.J. et al. (1962). Studies on the metabolic function of branched chain volatile fatty acids, growth factors for ruminococci.- I. Incorporation of isovalerate into leucine. *J. Bacteriology*, 83:253.
- 2) ARMBUSTER; S.L. (1974). Adaptation by ruminants to finishing rations supplemented with urea or protein. Ph D Dissertation. Univ. of Nebraska. Lincoln.
- 3) CROSTHWAITE, C.; M. ISHIHARA and N. RICHARDS (1984). Acid-ageing of Lignocellulosics to Improve Ruminant-digestibility. Application to Bagasse wheat and Rice straw and oat hulls. *J. Sc. Food Agric.* 35, 1041-1050.
- 4) CHALUPA, W. (1968). Problems in feeding urea to ruminants. *J. Anim. Sci.*, 27:207.
- 5) DEMARQUILLY, C. (1981). Prévission de la valeur nutritive des aliments des Ruminants. INRA 11es Journées du Grenier de Theix. Mars, 1979. Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires de Theix. 63100 BEAUMONT.
- 6) ENGELHARDT, W.V. et al. (1985). The potential of ruminants for the utilization of fibrous low-quality diets. *Proc. Nutr. Soc.* 44, 37-43.
- 7) FELIX, A. et al. (1980a). Isoacids and urea as a protein supplement for lactating cows fed corn silage. *J. Anim. Sci.*, 63:1098.
- 8) FELIX, A. et al. (1980b). Effect of feeding isoacids with urea on growth and nutrient utilization by lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 63:1943.
- 9) GOMEZ, J.P. et al. (1975). El caldo de levadura de cerveza en la alimentación de los rumiantes. II. Efecto de la sustitución de concentrados por C.L.C. en la producción y composición de la leche de oveja. *Rev. Nutr. Animal*, XIV, 4:205.
- 10) GONZALEZ, V. et al. (1987). Incorporación de residuos industriales acuosos a la paja de cereales como potenciadores de su valor nutritivo para rumiantes. Actas XXVII Reunión de la SEEP. Mahón. Palma p. 237.

- 11) HENRICH, K.S. (1974). Influence of feeding whey and fermentation of whole corn plant upon the utilization of supplemental nitrogen by ruminants. Ph D Dissertation. Univ. of Nebraska, Lincoln.
- 12) HOLMES, W. (1980). Grass its production and utilization. Blackwell Sci. Pub. London.
- 13) HUNGATE, R.E. (1966). The rumen and its microbes. Academic Press, New York, N.T..
- 14) INGLEDEN, W.M. et al. (1977). Spent brewers yeast. Analysis, Improvement and Heat processing considerations. M.B.A.A. Technical Quarterly, 14.4:231.
- 15) JANICK, J. et al. (1976). Scientific American, 235, 75-86.
- 16) KEMPTON, T.J. et al. (1977). Principles for the use of N.P.N. and by-pass proteins in diets for ruminants. World Anim. Rev., 22:2.
- 17) LAPEDES, D.N. (1980). Food, Agriculture and nutrition. New York. McGraw-Hill Book Co..
- 18) LUSBY, K. (1982). Utilizing NPN in liquid and dry supplements. Test Animal Agriculture Conference College Station, Texas, p. 50-1.
- 19) MAENG, W.J. et al. (1976). Rumen microbial growth rates and yield: Effect of aminoacids and protein. J. Dairy Sic. 59:68.
- 20) MERTENS, D.R. (1983). Using Neutro Detergent Fibre to formulate dairy rations and estimate the net energy content of forages. Proc. of Cornell Nutr. Conf. for Feed Manufactures. Syracuse, N.Y..
- 21) NEILSON, M.J. and C.N. RICHARDS (1982). Chemical structures in a lignin-carbohydrate complex isolated from the bovine rumen. Carbohydr. Res., 104, 121-138.
- 22) OLTJEN, R.R. et al., (1971). Influence of branched chain volatile fatty acids and phenylacetate on ruminal microorganisms and nitrogen utilization by steers fed urea or isolated soy protein. J. Nutr., 101:101.
- 23) PROKOF, M. et al. (1976). Adding whey to roughage rations. Nebraska Beef Cattle Rev. p. 37.
- 24) STERN, M.D. et al. (1978). Effect of non structural carbohydrate, urea and soluble protein levels on microbial protein synthesis in continous culture of rumen contents. J. Anim. Sci., 47:944.
- 25) STOCK, R. et al. (1986a). Whey as a source of rumen



- degradable protein. I. Effects on microbial protein production. *J. Anim. Sci.*, 63:1561.
- 26) STOCK, R. et al. (1986b). Whey as a source of rumen degradable protein. II. For growing ruminants. *J. Anim. Sci.*, 63:1574.
  - 27) UMUNNA, N.N. et al. (1975). Influence of branched chain volatile fatty acids on nitrogen utilization by lambs feed urea containing high roughage rations. *J. Anim. Sci.*, 40:523.
  - 28) VAN SOEST, P.J. (1982). *Nutritional Ecology of the ruminant*. Cornualles, Oregon, O 8 B Books Inc..
  - 29) VAN SOEST, P.J. (1987). Agricultural by-products their nutritive value and fibre. *Jornadas de estudio sobre subproductos fibrosos en la alimentación de los rumiantes*. Salamanca, 24-25 agosto.
  - 30) VARNER, L. and W. WOODS (1970). Starting cattle on urea. *Nebraska Beef Cattle Rep.*, p. 17.
  - 31) ZAERA, E. et al. (1974). El caldo de levadura de cerveza en la alimentación de los rumiantes. I. Efecto de la sustitución de concentrados por C.L.C. en el cebo intensivo de corderos con raciones mixtas. *Rev. Nutr. Animal*, XX. 4:199.

## **COMUNICACION A LA PONENCIA VIII**



## EVOLUCION DE ENSILADO DE PULPA DE LIMON

Martí, F., Fernández Carmona, J. y Cervera, C..  
Dpto. de Ciencia Animal. Universidad Politécnica. Valencia.

La pulpa de limón (PL) es, en general, retirada de las fábricas de zumo por los ganaderos y desecada al sol, lo que origina, dada su textura y alto contenido en agua, una pérdida de nutrientes y riesgo de enmohecimiento importantes. El ensilado es el método de conservación lógico para este tipo de materiales. La bibliografía sobre la utilización de PL en los animales domésticos es escasa, pero la descripción del producto ensilado es inexistente. Aunque sus características parece le hacen muy apropiado para su conservación en silos, las experiencias realizadas en pulpa de naranja, hacían aconsejable su estudio. Por otro lado la pulpa de limón tiene un contenido bajo en proteína, probablemente de baja calidad, y por ello sería adecuada la adición de urea. Estudiaremos pues la evolución del ensilado de PL sin y con adición del 0,5% de urea (PL.U).

## MATERIAL Y METODOS

Se procedió a ensilar pulpa de limón procedente de la extracción industrial del zumo de limón, en dos series de 15 silos de laboratorio con solo pulpa (PL) o añadiendo 0,5% urea sobre peso fresco (PL.U.), conteniendo cada silo 1,1 Kgr. de pulpa aproximadamente.

Los silos se mantuvieron a temperatura ambiente,

abriéndose para análisis 3 silos de cada serie a los 3, 10, 35, 90 y 150 días, llevándose a cabo determinaciones de características organolépticas, materia seca, pH, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, carbohidratos solubles (MAFF, 1976), ácidos grasos volátiles (Annison, 1954), ácidos acético, propiónico, butírico y láctico, y alcohol (Gouet y Girardeau, 1974).

Para la confección de silos, toma de muestras y efluente se siguió la técnica utilizada por Cervera (1985). Los resultados fueron analizados según el modelo equilibrado de los factores de variación (tipo de tratamiento y tiempo empleado) para el análisis de varianza.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

La composición química del producto fresco original fué: materia seca 12,2, nitrógeno (N) 1,9, carbohidratos solubles (CHO) 6,1, nitrógeno amoniacal 0,03%, ácidos grasos volátiles (AGV) 12,9 meq/l y pH 3,3. Los datos indican un contenido de agua mayor que en pulpas de naranja, pomelo e incluso limón (Gohl, 1973, Lodge, 1980 y Martínez Pascual, 1977), y también un porcentaje de AGV relativamente bajo.

Durante todo el periodo las características físicas y organolépticas de ambas series fueron muy similares, presentando hasta el final un color amarillo limón con la capa superficial algo más oscura. La salida de efluente fue bastante intensa durante los 35 primeros días de

ensilado.

El valor inicial tan ácido de la pulpa de limón es consecuencia del ácido cítrico, que a veces se ha utilizado como conservador en trabajos experimentales.

Tabla 1. pH y pérdidas de materia seca y carbohidratos solubles (medias de ambas series)

	Días					signif.
	3	10	35	90	150	difer
pH	3,3	3,5	3,6	3,5	3,5	++
Pérdidas MS %	15,2	26,0	24,6	24,3	35,6	++
Pérdidas CHO %	55,0	64,2	62,4	60,6	63,4	++

++ p < 0,01

La evolución del pH y pérdidas de MS y CHO no era diferente en ambas series de silos PL y PL.U, y figuran en la Tabla 1. Se observa un aumento del pH desde el tercer día del ensilado, y se mantiene en valores marcadamente ácidos durante todo el periodo estudiado. El contenido de materia seca, corregido o no por componentes volátiles, disminuye ligeramente y algo más en los silos PL ( $p < 0,01$ ), desde el tercer día de ensilado. Las pérdidas de materia seca no presentaban diferencias significativas entre ambas series (entre 34,6 y 36,6 para valores a 150 días no corregidos por MS), que ya a los 90 días superan las encontradas por Becker et al (1946) y Cervera et al (1985) del 21% aproximadamente en ensilados de pulpa de naranja.

Estas elevadas pérdidas de materia seca serían consecuencia del alto porcentaje de humedad y la presencia de ácidos orgánicos, que fermentan con gran producción de gases. Consecuente con estas pérdidas, los CHO disminuyen significativamente desde los primeros días de la experiencia, y coinciden con similares observaciones realizadas en pulpa de naranja.

Los porcentajes de nitrógeno no se alteran de modo significativo durante el tiempo de ensilado, siendo al final de 14,4% PB (PL) y 25,3 (PL.U), existiendo una pérdida neta de nitrógeno, que se estimó a los 150 días en 22,7% para la serie PL y de 36,9 para la serie PL.U. El nitrógeno amoniacal presente en la serie PL.U. era mayor ( $p < 0,01$ ), lo que parece consecuente con la presencia de urea, y aumentaba significativamente ( $p < 0,01$ ) desde los 10 días de ensilado, aunque las cifras finales son poco importantes desde el punto de vista cuantitativo. Ambas series tenían un nivel de N-NH<sub>3</sub> entre 7 y 8% del total, cifra por debajo del 10% que se considera límite para un buen ensilado.

Tabla 2. Evolución de ácidos grasos volátiles totales, acético, láctico y etanol

Días	AGV meq/l		acético %		láctico %		etanol %	
	PL	PL.U	PL	PL.U	PL	PL.U	PL	PL.U
0	13,0	8,3	0,2	0,4	0	0,5	2	2
3	13,5	8,5	0,6	0,5	1	0,5	3,1	3,6
10	83,5	62,3	1,5	1,2	1,5	1,5	3,4	3,6
35	135,7	104,3	2,8	1,6	2,4	1,7	3,1	2,7
135	198,9	165,5	3,4	1,3	1,1	1,1	1,1	1,8
Dif. tratam	++		++		NS		NS	
Dif. días	++		++		++		++	
interacción	NS		++		NS		NS	
	++ p<0,01		NS no significativo					

El contenido de ácidos grasos volátiles es mayor ( $p<0,01$ ) en la serie PL, aumentando significativamente ( $p<0,01$ ) desde los 10 primeros días de ensilado. Este aumento se debería en gran parte al contenido de ácido acético, ya que la cantidad de ácido propiónico encontrada era pequeña (máximo 0,5% y media a lo largo del periodo 0,25), y la de ácido butírico nulo. El comportamiento de los AGV es similar al que describe Cervera et al (1985) con pulpa de naranja. El valor máximo para el ácido láctico se encontró a los 35 días, disminuyendo a continuación. La formación de ácido láctico es más rápida, aunque no significativa, en la serie PL, y es menor que los datos aportados por Lodge (1986) para un ensilado de pulpa de pomelo, con 4,3% de láctico, y similar al medido por Cervera et al. (1985)



en pulpa de naranja.

También se detectó una cantidad relativamente importante de etanol. Ningún autor consultado hace referencia a la presencia de etanol en los silos de pulpa de limón, siendo los únicos datos comparables los publicados por Bondi (1941) sobre pulpa de cítricos en general y por Cervera et al. (1985) en pulpa de naranja, si bien los valores de estos autores son inferiores a los obtenidos en el presente trabajo.

Como conclusiones podemos establecer que la adición de urea al ensilado de pulpa de limón no modifica apenas el proceso. Se observa que las pérdidas totales de nutrientes, aunque la conservación del producto es excelente, son muy elevadas.

#### RESUMEN

Con pulpa de limón de 12% humedad, 2% nitrógeno (N), 6% carbohidratos solubles (CHO) y 3,3 pH se realizaron 30 silos experimentales de laboratorio con pulpa sola o añadiendo 0,5% de urea, estudiando durante 150 días la evolución de sus características organolépticas, pH, materia seca (MS), CHO, N, ácidos grasos volátiles totales (AGV), acético, propiónico, butírico, láctico y etanol.

Los ensilados presentaron unas características organolépticas correctas, un pH inferior a 3,5 y un pequeño descenso del porcentaje de MS ( $p < 0,01$ ) a lo largo del periodo considerado. Las pérdidas totales de MS no

corregida por compuestos volátiles no fueron distintas en ambos tratamientos, siendo a los 10 días del orden de 25% y alcanzando al final del periodo 35%. El porcentaje de CHO disminuyó ( $p < 0,01$ ) durante los primeros días, siendo al final de 3%. El contenido de AGV aumentaba hasta un máximo de unos 180 meq/l al final del periodo debido principalmente al incremento significativo ( $p < 0,01$ ) de ácido acético. El contenido de ácido propiónico era escaso (0,4% MS), siendo casi nulo durante los primeros 35 días del ensilado, y no se detectó la presencia de ácido butírico. El porcentaje de ácido láctico se elevaba los primeros 35 días, disminuyendo a continuación hasta un nivel aproximado del 1% MS. El tratamiento con urea afectaba a algunos de los parámetros estudiados, pero la conservación de la pulpa ensilada sola o con urea fue excelente.

#### BIBLIOGRAFIA

ANNISON, E. F. 1954. Studies on the volatile fatty acids of sheep blood with special reference to formic acid. *Biochem. J.* 58, 670.

BECKER, R.B., DAVIS, G.K., KIRK, W.G., DIX ARNOLD, P.T. Y HAYMAN, W. P. 1946. Citrus pulp silage. *Flo. Agric. Exp. Stn. Bull.* 423, 5-16.

BONDI, A. 1941. The ensilage of citrus fruit pulp. *Agric. Res. Stn. Rehovot, Dc* pp 89-92.

CERVERA, C., FERNANDEZ CARMONA, J. Y MARTI, J. 1985. Effect of urea on the ensiling process of orange pulp. *Anim. Feed Sci & Technology* 12, 233-238.

GOHL, B.I. 1973. Citrus by-products for animal feed. *World Anim. Rev.* 6, 24-27.

GOUET, PH. Y GIRARDEAU, J.P. 1974. Recommendations pour l'analyse biochimique et bacteriologique des ensilages. *Bull. Tech. Inf.* 292, 537-548.

LODGE, N. 1980. D.S.I.R., New Zealand. Comunicacion personal.

MARTINEZ PASCUAL, J. 1977. Utilización de pulpa de cítricos en la alimentación de terneros, corderos y conejos. Tesis Doctoral, Univ Polt. Valencia.

MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD. 1976. The analysis of agricultural materials. Tech. Bull. No. 27, H.M.S.O., Londres.

## **DISCUSIONES A LA 5.<sup>a</sup> SESION**



## DISCUSION

### Alternativa al empleo de las balsas en la fermentación microbiana

Se plantea el interés de adecuar las balsas para la fermentación con halobacterias, como se indica en la ponencia, frente a la utilización de biorreactores, en los que el proceso está más controlado, siendo, por otra parte, un sistema que ya ha sido contrastado.

Asimismo se plantea el posible efecto de la temperatura sobre la actuación de las halobacterias.

### Utilización de las halobacterias como alimento

No se tiene experiencia previa al respecto. Con este fin sería más recomendable el empleo de "Dunaliella".

### Utilización de la pulpa de limón

Existen menos datos que la de naranja. Está, en ovino lechero, puede llegar al 30% de la dieta e incluso al 40-45%.

No se tiene información sobre su capacidad de "refrescar" al ganado vacuno lechero en condiciones de stress térmico. No obstante, se observa que se consume con avidez.

Se señala la utilización en las industrias de fabricación de mermeladas de pulpas distintas a las de la correspondiente, a las cuales se les añaden sabores. Ello podría afectar y revalorizar a estas pulpas.

### Posibilidades de disminución de las pérdidas de materia seca en el ensilado de pulpa de limón

Se hace referencia al empleo de metabisulfito y formaldehído, sin éxito. El prensado, que también se realiza con la pulpa de remolacha, podría ser la solución; no obstante, en las fábricas de zumos no suelen disponer de prensadora y se limitan a venderla a los posibles compradores. La opción de mezclarla en el silo con subproductos secos, como la paja, no resulta factible por la dificultad de realización del mezclado, lo que lleva a la formación de láminas impermeables de paja, que se pudren.

### Perspectivas de la producción de cereales

Pese al déficit mundial de ese año, las perspectivas son al aumento de excedentes en los países desarrollados. Ello ha determinado en Europa la adopción de medidas correctoras, como la tasa de corresponsabilidad (y más recientemente el fomento del abandono del cultivo) (y más excedentes son consecuencia de la mayor productividad del cultivo, así como de la sustitución parcial de los cereales por otros alimentos en las dietas de los animales.

La venta de estos excedentes se realiza a precios subvencionados en el mercado internacional, con el evidente perjuicio de países como Brasil y Argentina, que se ven obligados a competir con este bajo precio.

### Utilización de la melaza de remolacha y las vinazas

Menos de un 0,5% de la melaza de remolacha se emplea en la alimentación animal, siendo utilizada en l

fabricación de alcoholes.

En relación a las vinazas se señala la falta de homogeneidad, como ocurre en otros muchos subproductos, en particular en relación a la acidez sulfúrica. Se insiste en la conveniencia del análisis previo de este tipo de productos.





## **COMUNICACIONES DE EMPRESAS**



## INFORMES TECNICOS DE EMPRESAS

### COOPERATIVA ORUJERA INTERPROVINCIAL NUESTRA SRA. DE ARACELI ("EL TEJAR") (Sr. Artacho del Pino)

Se encuentra ubicada en el TEJAR, pueblo situado en el límite de la provincia de Córdoba con la de Málaga.

En 1985 se realizó el proyecto de ampliación actual, con el objetivo de procesar todo el orujo durante la campaña de la aceituna, mediante el montaje de una extractora continua, a la vez que se ampliaba a la extracción de la semilla de girasol, para cubrir la época que quedaba libre. Previamente a la extracción del orujo se realiza la separación del hueso, obteniendo una puon, aproximadamente, un 15% de grasa (desde un valor inicial del 5-5,5% del orujo) y reduciendo a la mitad el producto a extractar.

Actualmente cuenta con 60 socios y procesa unos 100t de Kg. de orujo graso, lo que supone aproximadamente el 20% de la producción nacional, estando previsto alcanzar un techo de 200t de Kilos.

Diariamente puede procesar 500 Tm de pulpa grasa, que corresponden a 1500 Tm de orujo graso, del cual se evaporan 500 Tm de agua y se separan otras 500 Tm de hueso, obteniendo algo más de 22 Tm de aceite. De semilla de girasol puede procesar 350 Tm diarias.

Anualmente obtienen unos 50t de Kg. de hueso y 41t de orujo deshuesado extractado ("pulpilla"), los cuales

han tenido dificultades de comercialización en los últimos años, lo que les ha llevado a plantearse el interés de no extraer el orujo paso obtenido por el sistema "continuo", por su alto contenido en humedad, a la vez que a desarrollar una estrategia de utilización múltiple, que comprende los siguientes aspectos:

- Utilización del hueso como fuente energética mediante un proceso de semicombustión (pirólisis) en el cual se obtiene, por una parte, energía para cubrir los cerca de 6001 de kcal necesarias en los procesos industriales de la planta (desección del orujo, eliminación del disolvente,...), lo que supone un ahorro de unos 91 de pts. al precio de 0,015 pts/kcal del fueloil, y, por otra, un carbón de alta calidad, que cubre los requisitos que la legislación de algunos países de la CEE han establecido para los carbones alimentarios (utilizados en la preparación de los alimentos consumidos por el hombre). El objetivo de esta línea de trabajo es el desarrollo de estos procesos a nivel industrial, intentando obtener el óptimo de energía y de eliminación de gases volátiles, evitando la incineración del carbón y manteniendo su calidad.

El poder calorífico del hueso es de unas 4700 Kcal/Kg y el del carbón resultante de 7170 Kcal/Kg. El precio de partida del hueso es de 5 a 6 pts/Kg; se emplean de 4 a 4,5 Kg de hueso para obtener 1 Kg de carbón, cuyo precio en el mercado de exportación de de 47 pts/Kg. Ello supone que el coste de la materia prima para obtener esta

energía es negativo.

En fechas próximas se pondrá en marcha un proyecto para la obtención de la energía eléctrica que necesitan, a partir de los gases pobres que se obtienen en la carbonización del hueso, cuyo coste también sería nulo.

- La utilización de la "pulpilla" como alimento del ganado ha sido objeto de diversas exposiciones, por lo que no se insiste en ello.

- Se está trabajando en la fabricación de abono orgánico a partir de la "pulpilla". Ello requiere un proceso de fermentación previo para eliminar su poder fitotóxico y convertirlo en abono.

- Está en proyecto la utilización de la "pulpilla" para la producción de proteínas unicelulares, previo tratamiento de ésta e inoculación de los microorganismos adecuados.

FABRICA DE SAN CARLOS (Sr. García Viñao)

En España se producen de 400.000 a 600.000 Tm de aceite de oliva (el 76% en Andalucía), que representan un 30% de la producción mundial. Ello da lugar a una media de 1,125 Kg de alpechín por Kg de aceituna, lo que representa unos 2,51 de m3 en España, lo que constituye el mayor problema de vertidos contaminantes en España.

Este problema es abordado en la Fábrica de San Carlos a través de la puesta en servicio de "Plantas de tratamiento y recuperación de alpechín por evaporación térmica, con las que se obtienen un concentrado comercializable rico en azúcares, agua destilada reutilizable y calefacción y agua caliente sanitaria, utilizando como combustible el orujillo extractado u otros combustibles sólidos.

El concentrado en cuestión se obtiene de los solubles del zumo de la aceituna fresco, sin fermentar, después de ser extractada su fracción oleosa y evaporada la mayor parte del agua que contiene.

Se trata de un producto estabilizado, similar a las melazas de remolacha. Su aspecto físico es el de un líquido viscoso y denso, de color marrón oscuro, con aromas afrutados y caramelizados, lo que le hace muy apetecible para los rumiantes.

Su utilización más adecuada es como aditivo aglutinante y compactante de los piensos, a la vez que para

aportar una parte de la energía del pienso, incorporado en dosis entre el 5 y el 10%. También se está desarrollando un procedimiento para la obtención de proteínas unicelulares.

Resultados de los ensayos de alimentación realizados:

INSTITUTO TECNICO Y DE GESTION DEL VACUNO DE NAVARRA (Sr. Agorreta)

Se trata de corroborar el valor del producto y fijar condiciones de utilización.

En ganado vacuno de carne se incorporó al 7% en una ración compuesta de paja tratada con amoníaco, suplementada con semilla de algodón, comprobando, al cabo de 40 días, un efecto significativo en relación al lote testigo.

En un ensayo con terneros alimentados con subproductos frutícolas, algodón y concentrado, en sustitución de parte de las frutas, en función de los aportes teóricos de energía, se comprobó una equivalencia entre ambas raciones.

En vacuno lechero introduciendo concentrado en sustitución de pulpa, de forma que se mantuviera la producción de leche, se comprobó esta posibilidad, a la vez que se observó su papel como mejorador de la palatabilidad de alimentos algo "pasados". El concentrado debe ser introducido de manera gradual para evitar descensos en la producción de leche (2 semanas).



En ganado ovino alimentado con paja tratada y cebada se sustituyeron partes isoenergéticas de esta por concentrado sin efecto sobre el estado corporal y la productividad.

No se han observado anomalías en los perfiles metabólicos de animales que ingerían el concentrado.

Se han realizado ensayos sobre técnicas de manejo, habiendo comprobado la dificultad de tratar homogéneamente productos como la paja. También se ha incorporado en ensilados, comprobando una buena conservación de estos. Se realizan estudios sobre características físicas, viscosidad, efecto de la temperatura, etc..., todo ello en colaboración con distintos Departamentos Universitarios.

UNIDAD DE NUTRICION (FACULTAD DE VETERINARIA. CORDOBA)

(Prof. Pérez Hernández)

Incorporado al 0, 5, 10, 15 y 20% en una dieta compuesta de heno de veza-avena, algo más del 10% de harina de girasol, CMV, molidas y granuladas, no provocó ningún efecto significativo sobre el nivel de ingestión ( $\approx 80$  gMS/KgO,75) en ovejas Lanchaff vacías, observándose un incremento de peso de las ovejas de 150 gr/día, durante 70 días. La digestibilidad de la materia orgánica era del 70%, lo que suponía aproximadamente 10,4 MJ de EM/Kg MO ó su equivalente de 7,9 MJ de EM/Kg MS, ya que el contenido mineral observado fué del 25%.

FORRAJES Y PROTEINAS S.A. (Sr. Herrero Vallejo)

Es una Sociedad dedicada al desarrollo tecnológico en relación con el tratamiento y utilización conjunta de subproductos líquidos y sólidos. En este sentido desarrolla proyectos combinados con el C.S.I.C., financiados parcialmente por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) y la Dirección General de Investigación Tecnológica.

La Sociedad concierta con ganaderos e industriales la creación de fábricas concesionarias, de las cuales existe una en Palencia, en la que participa la Caja de Ahorros de Salamanca y existen conciertos para la puesta en marcha de otras en Alcazar de San Juan (Ciudad Real) y en Montijo (Badajoz).

Las características de los procesos técnicos implicados y las líneas de trabajo seguidas, se expusieron a través de un video, del que existen actualizaciones que recogen las innovaciones realizadas últimamente en los diferentes procesos.

Como resultado de dichos procesos, se obtienen tres gamas de productos, comercializados en microsilos:

Linea "Yellow": Sobre la base de pajas, con un 40% de MS, alrededor de 35 g de proteína digestible y 0,35 UF por Kilo. Utilizada en vacas vacías y recría de terneros.

Linea "Green": Basada en alfalfas, vezas, cañotes de maiz, con un 35% de MS, 50 g de proteína digestible y

0,5 UF por Kilo. Utilizada en la producción de leche.

Línea "Complex": Sigue técnicas tradicionales del mercado de piensos compuestos, pero utilizando subproductos líquidos y sólidos, junto a otros productos típicos de los piensos compuestos. Tiene un 55% de MS, alrededor de 85 g de proteína digestible y 0,75 UF por Kilo. Utilizada en la producción de leche y como dieta única en engorde.

Llama la atención sobre la falta de concordancia entre los resultados obtenidos a través de la predicción del valor nutritivo en base a los valores analíticos y el valor real de estos productos, obtenido por los ganaderos en la alimentación de los animales. Así, señala que parece no tener sentido el que 1,3 Kg. de un producto que cuesta a 12 pts/Kg, sustituya en cerdas de vientre a 1 Kg de concentrado; sin embargo, se observan estos resultados, lo que debe ser tenido en cuenta a la hora de generalizar a este tipo de alimentos las ecuaciones de predicción obtenidas en alimentos clásicos.

Se presentan tipos de dietas utilizadas en diferentes animales utilizando estos productos y los buenos resultados económicos obtenidos a nivel real, señalando, finalmente, el hecho de que la mejora en el manejo del ganado, consecuencia del menor tiempo empleado en la recogida y distribución del alimento, puede estar influyendo en la mejora de los resultados obtenidos.

UNIASA (Sr. Marc Piera)

UNIASA es una Central Lechera ubicada en la Vega de Granada, que procesa unos 2401 de litros de leche al año. Como tal Central genera un subproducto, el suero de quesería.

Dispone de una Central de Promoción Ganadera que en este momento trabaja con unas 4.000 vacas Holstein y unas 1.500 novillas de recría, situadas en 9 granjas de producción de leche y 3 de recría, todas ellas situadas en un radio de 60 Km alrededor de Granada.

La experiencia en el uso de subproductos es la siguiente:

Paja tratada: Han tratado cerca de 4000 Tm en almiarés de 100 Tm. El coste de manipulación no llega a 13 céntimos/Kg, resultándoles rentable el tratamiento en su caso. La utilizan en novillas (hasta 5 Kg) y vacas secas (6 Kg) con buenos resultados.

Semilla de algodón: Utilizan desde hace 3 años, a una media de 6.000 a 7.000 Tm/año. Lo consideran básico en la producción de leche. Aumenta la producción de grasa, pero baja la proteína. Utilizan de 1/2 a 1,5 Kg en novillas y de 2 a 4 kg en vacas, según producción (con 6Kg/vaca tuvieron algún problema).

Cascarilla de algodón: Utilizada como sustituto de la paja en vacas secas y novillas, racionada o ad libitum. También la han empleado como cama.

Pulpa de remolacha: Antes la utilizaban prensada y ensilada, ahora seca. Consumen unas 3.000 Tm al año. La suministran a todos los animales entre 0,3 y 3 Kg. En dietas con poca fibra aumentan su aporte.

Melaza de remolacha: Las dificultades están en el manejo (hoy tienen tanques con sistema de calefacción). Aportada a razón de 2-3 Kg/vaca y 0,3 a 1,5 Kg/novilla. Buen suministro energético, particularmente interesante si existe remolque mezclador; este tipo de remolque resulta útil, en general, para la utilización de la mayor parte de los subproductos.

Bagazo de cerveza (cebadilla): Utilizan unas 7000 Tm/año y les falta. Para disponer durante todo el año lo ensilan en silos de paredes resistentes y tapados con plástico. Pierde un 20-30 de agua. Aportan entre 3 y 12 Kg/vaca.

Levadura de cerveza: Desde hace año y medio utilizan unas 500 Tm/año, en una de las granjas. Requiere, como la melaza, un tanque para su conservación, desde el que vierten al remolque mezclador. Aportan de 2 a 6 Kg/vaca, con un 20% de MS y un 43% PB/MS.

Ambos subproductos de la cerveza resultaron muy interesantes en momentos en los que la harina de soja estaba cara.

Pulpa de naranja: Tenían un único suministrador, que ha cerrado. Consumían unas 500 Tm/año, suministrado solo a novillas a razón de 3 a 10 Kg/animal, ante las difi-

cultades de abastecimiento.

Pulpa de tomate: Consumen unas 200 Tm/año, con dificultades de abastecimiento. Suministrado a novillas a razón de 2-3 Kg/animal.

Suero de quesería: La fábrica de quesos produce unos 1400 Tm de suero al año con un 5-5,5% MS. Inicialmente eran eliminadas, más tarde desecadas, a un coste de 15 pts/Kg y finalmente utilizadas en la alimentación del vacuno lechero. El transporte, en este caso, representaba un coste de 1 pts/20 Kg. equivalentes al valor nutritivo de 1 Kg de cebada. Se ha llegado a suministrar hasta 60 Kg/vaca. El suministro con el remolque mezclador provocaba pérdidas y en verano llegaban a fermentar algo la mezcla, por lo que actualmente se realiza a través de tuberías. Los resultados son muy buenos.



## MESA DE TRABAJO SOBRE LA PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

### Coordinador:

— J. F. AGUILERA SANCHEZ

### Ponentes:

- J. M. VAN DER MEER
- J. RAMALHO RIBEIRO
- J. A. GUADA VALLEPUGA
- A. NEFZAQUI
- X. ALIBES ROVIRA





## PROBLEMATICA DE LA INVESTIGACION SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS EN ALIMENTACION ANIMAL

Introducción a la mesa de trabajo

J.F. Aguilera

Estación Experimental del Zaidín (CSIC) Granada

El Comité Organizador de esta III Reunión Científica sobre Nuevas fuentes de Alimentos para la Producción Animal creyó oportuno incluir la celebración de una mesa de trabajo en la que se analizaran aspectos de particular relevancia en el estudio de los subproductos como fuentes de nutrientes y se formularan propuestas integradas de investigación en aquellas parcelas en las que un mayor conocimiento fuese más acuciante, con vistas a facilitar su utilización práctica. Había buenas razones para ello. De una parte, es evidente que el mundo de la Ciencia ha de ser extraordinariamente sensible a la demanda social que reclama que los recursos y los avances de la investigación se apliquen en su beneficio.

De otra parte, es conocido que los países de la CEE se enfrentan en la actualidad a una superproducción de ciertos productos primarios y secundarios del sector agrícola, con un costo extraordinariamente elevado. Bajo estas circunstancias parece necesario reorientar la producción animal prestando mayor atención, en términos relativos, a la disminución de los costos de la producción que al aumento de la propia producción. Que duda cabe de que el uso de subproductos puede ser un factor de particular relevancia para reducir los costos de la alimentación, siempre que su uso no quede limitado a raciones de baja producción, lo que en muchos casos requeriría la potenciación de su valor nutritivo.

Desde mi punto de vista, son varios los problemas a que se enfrenta la investigación relacionada con el aprovechamiento de subproductos como recursos alimenticios pero de todos ellos destacaría un aspecto

que antecede a la propia investigación, cual es la falta de incentivos de las entidades y organizaciones implicadas e incluso de la propia Administración para la subvención de programas de investigación, debido fundamentalmente a las peculiares características de producción, disponibilidad y composición de estos recursos. En efecto, numerosos subproductos se originan en pequeñas cantidades en áreas dispersas; su disponibilidad es generalmente estacional y su naturaleza química y estructura físico-química varían, aún para un mismo subproducto, en función de factores así mismo muy diversos. Parece lógico que todas estas peculiaridades desincentiven la financiación de los necesarios programas de investigación.

Para terminar esta pequeña introducción a la mesa de trabajo quiero subrayar la necesidad de establecer un estrecho grado de coordinación en los trabajos de investigación como requisito imprescindible para abordar con ambición innovadora la amplia tarea a realizar en el campo de la utilización de subproductos en alimentación animal.

## TRENDS IN METHODS FOR FEED EVALUATION

J.M. van der Meer  
Institute for Livestock Feeding and Nutrition Research,  
P.O.Box 160, 8200 AD Lelystad, The Netherlands

### Abstract

Information concerning nutrient requirements for different levels of production and knowledge of the feeding value of available feedstuffs are needed to formulate a ration which fulfills the requirements. There is a development in bringing together the factors in models to explain the energy and protein metabolism.

Methods to predict the feeding value are feed tables, chemical-, in vitro- and in sacco procedures, NIRS and others. Chemical methods are inaccurate. In vitro methods are if sufficiently calibrated the methods of prediction in the next 10 years. NIRS calibrated with in vitro data will be available as a quick method for feed evaluation. Developments in physico-chemical methods which may describe degradation at polymeric level are promising but it will take until the beginning of the next century to develop to routine methods.

### Introduction

It is essential for the adequate nutrition of livestock to possess, on the one hand, information concerning the nutrient requirements for the different levels of production and on the other hand sufficient knowledge of the feeding value of the available feedstuffs in order to formulate a ration which fulfills all requirements. The contribution, that a certain feedstuff can provide for production is usually described by its value per unit of product and the amount of this product which is, or can be consumed. Usually a combination of one or more compounds are used in a ration. Aspects of the feed value are taste, form, protein value, energy value and toxic substances. These aspects are of influence on the level of intake, energy density, passage rate, degradability, protein and amino acid availability and anti nutritional factors.

Nutrients are used in animal tissues and organs for the production of respectively fat (lipogene), protein (aminogene) and glucose (glucogene). At average Dutch dairy cow feeds contain 4-8% crude fat, 18-22% crude protein and 70-90% carbohydrates, with an apparent organic matter digestibility between 75 and 85 percent. When no other changes occur the ratio of lipogene, aminogene and glucogene energy is 10:25:65 (Tamminga, 1987). This can be changed to a limited extent only by changing the feed composition. But the ratio in the feed is strongly changed by the rumen fermentation. Mechanistic modelling in ruminant nutrition and production should take account of all relevant aspects (Baldwin et al., 1977).

Not only contents of nutrients but also the polymeric structures are of influence on the availability and the site of degradation in the animals. Physico-chemical methods can be used to describe the structures and the effects of chemicals, enzymes and microbes for degradation.

Chemical analysis only describe the feed characteristics which value is derived from digestibility and balance trials.

In this approach, the digestibility of the organic constituents is very important to the evaluation of the feedstuffs (van Es, 1986) as well as to the prediction of intake (Orskov, 1988). Due to the effect that the net energy value determination of feeds or rations can only be performed on a limited scale, almost all the systems of feed energy evaluation in the world are calculated using digestible organic constituents. The equations used in the Netherlands for ruminants and monogastrics are also based on this. Because the utilization of the energy which is available in digested nutrients is influenced by form of production, type of animal and feeding level, when applying the equations it is assumed that the digestibility was determined under standardized conditions. The digestibility of many feeds can vary greatly. It is, of course impossible to determine the in vivo digestibility for every random sample. Therefore simple methods are required (figure 1).

Figure 1. Methods of prediction

<u>prediction digestibility</u>		<u>calculation feeding value</u>
Chemical analysis		
Feed tables	————— IN VIVO	Maintenance,
In Sacco /In Vitro		Growth,
NIRS	(sheep at maintenance,	Milk,
Others	————— growing pigs)	etc.

(Steg et al., 1988)

#### Energy for ruminants

The present energy system is based on contents of digestible nutrients as estimated with sheep at maintenance level. Most problems are with the high milk production levels when large amounts of concentrates are fed, with high free fat contents in the feed or when part of the roughage is milled or is cereals (maize silage). Here the fermentation in the forestomach is not optimal.

Two aspects are influenced:

- first digestibility and the available energy content of the ration at high feeding levels is reduced (it can be questioned if at below optimal fermentation the feed level correction in the evaluation system is still correct).

- the second aspect concerns the metabolism of the resorbed nutrients for maintenance, milk production and growth, which may deviate from the expected values in the energy system.

The in vivo digestibility trial is laborious and expensive, therefore in vitro methods will partly take over, but based on calibration on in vivo trials. In vitro techniques using rumen juice is still insufficient a routine method and therefore enzymatic procedures will be introduced.

In that situation it is required that sufficient accurate and inter-comparable standards from the in vivo trials become available, to correct the in vitro data to in vivo level.

NIR is a quick method but needs large amounts of standards. It is almost impossible to collect all the standards needed from in vivo trials. Therefore calibration at first with the 'rumen juice in vitro method' and later perhaps also with the enzymatic in vitro method can be used. The calibration can be tested at the smaller amounts of in vivo tested standard samples as a reference before application on samples in practice. The choice of wavelenghts should not only be made by the computer but also be based on sufficient knowledge of the chemical/physical properties explained by the different wavelenghts. For each type of feedstuff the NIR - in vivo relationship shall be derived.

#### Protein for ruminants

The contribution of the amino acids in a feed to the resorbed amount is only 1/3, the remaining 2/3 is coming from microbial protein in the forestomachs. Shortage in one or two amino acids is not very likely. Total absorption is more important. In nylon bags information is obtained on the amount of rumen undegraded protein.

Therefore the present basis for calculation of the protein value will remain unchanged for the time being with additional information on quality and needs.

#### Energy in pigs

The present system will be changed in short period of time to a net energy system probably with information at ME level. The basis is the content of digestible nutrients in feedstuffs. The knowledge will be obtained from in vivo and in vitro trials mainly. The in vivo trials will be the base for calibration and verification; the in vitro method gives the possibility to analyse large amounts of samples. Purpose is to derive relations per type of feed between the contents of digestible nutrients and the energy value. These samples can form calibration sets for NIRS also. Nylonbag studies in pigs are not that simple and give problems with animal health care. Information will mainly be at faecal level.

#### Protein and aminoacids

The need for more knowledge on digestible protein in stomach and small intestine and especially the limitations will increase. The determination is expensive and difficult. More knowledge on the relations of feed and endogeneous production and on what happens in the colon is of great importance. Correction of faecal digestibility of protein and the different aminoacids must be able.

NIRS can successfully be applied for the measurement of the crude protein content. If digestibility is as easily predicted by NIRS is doubted. Therefore tables still remain an important factor in the evaluation.

Figure 2. Routes in methodology for Feedevaluation until the year 2000

Ruminants, Energy			
Feedstuffs	(practice) -compoundfeeds	NIR	+formulas (depression) <sup>NE</sup>
	-roughages	calibration	
	(routine labs)	vitro	
		calibration	
	(research labs) vivo		(degradation rate)
Ruminants, Protein			
Feedstuffs	(practice) crude protein/NIR		DXP (total resorbed aminoacids)
	(research/model) bypass protein (nylon bag/table)		
	(protein quality) available lysine/PDI/ protease inhibitor		tannin content/lectin content/ pepsin/HCl
Pigs, Energy			
Feedstuffs	(practice)	NIR	+formulas NE
		calibration	
	(routine labs)	in vitro	
		calibration	
	(research labs) in vivo		
Pigs, Protein and Amino acids			
Feedstuffs	crudeprotein/NIR	+table	DXP/DAA
	apparent faecal digestibility		
	apparent ileal digestibility		
(van Es, 1985)			

## Mechanistic modelling in ruminant nutrition and production

Biological hypotheses expressed in mathematics can provide a quantitative description and understanding of biological problems. The requirement of a model for mathematical competeness can provide a conceptual frame work which may help pinpoint areas where knowledge is lacking and can stimulate new ideas and experimental approaches. It is a good way of providing a means by which research knowledge is made available in an easy to use form by the farm manager.

Modelling leads to less ad hoc experimentation, as models often make it easier to design experiments to answer particular questions, or to discriminate between alternative mechanisms. In a system with several components, a model provides a way of bringing together knowledge about the parts, to give a coherent view of the behaviour of the whole system (Baldwin et al., 1977).

If animal modelling is to develop, it must be seen as a collaborative activity involving physiologists, nutritionists, biochemists and applied mathematicians (France et al., 1982).

## Chemical analysis

In the past and at present, a lot of attention has been and still is paid to the derivation of relationships between the chemical characteristics and the digestibility of feedstuffs. Feedstuffs have been collected, classified and evaluated in feed tables (Veevoedertabel CVB, 1987). It is especially evident in the application of regression equations for the direct or indirect prediction of energy and protein value in roughages by the service laboratories for crop research (regulations and corrections are given in the Manual for the calculation of the nutritive value of roughages CVB, 1977).

Table 1. Accuracy of prediction for ruminant feeds

a. grass/ grass hay/ grass silage n = 18 d0 = 70 +/- 7.8			b. mixed feeds/ feed compounds* n = 44 d0 = 73.4 +/- 12.5		
	rsd		rsd		rsd
XF	2.9		7.3		5.5**
NDF	2.4		6.7		5.8
ADF	2.3		7.6		5.3
ADL	5.2		8.5		4.5
NDF+ADF	2.7		6.9		
NDF+ADL	2.3		6.6		3.2
NDF+ADF+ADL	2.9		5.0		
d0t	1.8		2.6		

\* (18 grassproducts/ 8 foddermaize products/ 7 mixed feeds/ 8 feed

\*\* (Sauvant, 1980; 45 mixed feeds)



When the Weende analysis forms the basis for the prediction of the digestibility of the organic matter and the energy value, the crude fibre content is usually important; for apparant digestible protein it is the protein content.

The determination of crude fibre is often not very accurate and added to this deviations in conditions during plant growth (Steg, 1981; Koorevaar, 1986) feeding value may be overestimated by more than 10%.

Other cell wall analysis than crude fibre like those suggested by van Soest et al. (1967) has, under Dutch circumstances, little effect on the accuracy of prediction of digestibility (table 1).

#### In vitro methods

There is substantial experience with the in vitro determination of the digestibility of feeds for ruminants via incubation with rumen fluid and pepsin (Tilley and Terry, 1963). This method has been succesfully applied to other feedstuffs also in the Netherlands. From the experience that has been built up it can be concluded that a more accurate prediction of the feeding value is possible than with the cell wall analysis.

A large number of cellulase based in vitro methods have been developed during the last 15 years (Jones & Hayward, 1975; Kellner & Kirchgessner, 1976; Aufrere, 1982; Dowmann & Collins, 1982; Castagna 1984).

In 1984 the results of an international collaborative study on in vitro methods were discussed (van der Meer, 1984) and an EC-cellulase reference method was proposed (van der Meer, 1986) which is now applied in several European countries (De Boever, 1988; Aufrere, 1988; In Vitro Newsletter 1985-1988).

For many groups of products this enzyme method predicts digestibility almost as accurately as the method with rumen fluid usually also with a better repeatability. For other feedstuffs a further division in feed categories based on origin is necessary for a reasonably accurate prediction of the digestibility.

Table 2. Prediction of dO by in vitro methods;  
residual standard deviation for ruminant feeds.

product group	n	dOt	dOc
grass	11	1.6	1.4
grass hay	19	2.8	2.1
grass silage	16	1.9	1.8
fodder maize	15	2.2	1.9
mixed feeds	15	2.5	2.0
ingrediënts	45	3.6	5.5
(cereal by-products)	(16)	1.8	5.5)
(oilseed by-products)	(13)	3.9	8.8)

When applied at 221 grass silage samples collected over Europe (Scandinavia to southern Europe was divided in sections to obtain a representative set of 80 standards for the collaborative European NIR study) a very good similarity between the Tilley and Terry and the EC-cellulase reference method was obtained:

$$d0t = 1.008 d0c + 1.33 \quad n = 221 \quad r = 0.91 \quad rsd = 2.6$$

When Fodder maize is analysed with the enzymatic in vitro method fresh cut samples should be analysed separately from the silages:

silage	$d0t = 0.95 d0c + 4.21$	$n = 35$	$r = 0.79$	$rsd = 1.7$
fresh cut	$d0t = 0.82 d0c + 16.17$	$n = 61$	$r = 0.79$	$rsd = 1.9$

The relatively poor correlation is caused by the limited variation in digestibility values.

Recently the IVVO has carried out research on the in sacco and in vitro (enzymatic) prediction of digestibility of feedstuffs for pigs (Metz and van der Meer, 1985). In the analysis performed so far, it was found that the variation seen in vivo with a broad scale (more than 100) of feedstuffs (d0 : 44-96%) was also found in vitro, however not for all groups of products with sufficient accuracy yet.

Table 3. Prediction of d0 by in vitro method;  
residual standard deviation for pig feeds.

productgroup	n	rsd
mixed feeds*	79	2.0
cereal (by-)products	27	1.4
maize gluten feed	9	2.3
oilseed by-products	17	4.5

\* Dutch, French, German and Swiss samples

## Intake

The amount of feed which can be taken by ruminants depends on the digestibility and digestion rate of the feed, and the rate of disappearance of feed particles and products of microbial fermentation. The total amount of feed which can be contained by the rumen depends on the rumen volume and the amount of dry matter per unit of volume. As the amount of energy taken in the feed is important for the high producing milking cow more attention is going to be paid to intake.

Orskov (1988) analysed 10 different types of straw including winter barley, spring barley and wheat straw, with and without treatment with ammonia. The correlation of intake and growth rate with chemical measurement showed little change with ammonia treatment.

The best prediction was obtained for both intake and growth rate with a multiple correlation based on the degradation rate constant and the potential degradability generated from the mathematical description of degradation in time (table 4).

Coelho et al.(1988) found that dry matter intake and dry matter digestibility were both associated with crude protein content and the in vitro disappearance respectively. ADF but not NDF was significantly correlated with DMD (table 4).

Table 4. Correlations with intake.

	DMI Orskov	DMI Coelho
crude fibre	- 0.70	0.00
neutral detergent fibre	- 0.79	- 0.73
acid detergent fibre	- 0.86	- 0.54
acid detergent lignin	- 0.75	- 0.17
cellulose		- 0.30
hemicellulose		- 0.53
ND-Cellulase	0.88	
NIR digestibility	0.86	
in vitro digestibility	0.89	0.88
in vivo digestibility(sheep)	0.70	
ME concentration	0.74	
crude protein		0.995

(Orskov, 1988; Coelho, 1988)

#### Near Infra Red Reflectance Spectroscopy (NIRS)

Through the calibration with many (40 or more) samples of known quality multiple regression relationships with the spectra can be derived. Industrial application is still at the level of the prediction of the nutrient composition and than calculation of the feeding value. Van Es et al. (1987) have shown that there is an interesting possibility in the direct prediction of the digestibility. They found the prediction of the amounts of digestible organic matter and digestible crude protein for fodder maize (silage) is ready for use (table 5,6).

Table 5. Calibration of and Prediction by NIRS for digestibility and chemical parameters for Fodder maize.

Method	range in g/kg T	SEC(154) g/kg T	SEP(48) g/kg T
DOt	500-780	17	15
DOc	461-790	15	13
Crude ash	12-181	23	13
Crude protein	57-119	5	5
DXP	20- 79	5	5

**Table 6. Calibration of NIRS for digestibility and chemical parameters for grassland products**

Method	range in g/kg T	SEC g/ kg T	n
DOt	283-752	33	362
Dry matter	869-967	7	368
Ash	49-393	20	362
Crude proteïn	72-311	13	362
Crude proteïn	77-220	11	75
DXPvivo	37-135	10	75
DXPcalculated	34-167	10	75

In a European collaborative study on grass silages has been shown that digestibility can be predicted rather well by NIRS (Paul et al., 1988). Insight is necessary into the optimal composition of the standard reference set, a correct choice of standards, bearing in mind the relevant wave lengths of the characteristics which are to be predicted and the statistical technique to be applied.

**Table 7. Comparison classical analysis with prediction by NIRS of grass silage samples in g/kg T; European collaborative study on NIRS.**

	dry matter*	crude ash	nitrogen	crude fibre	DOt	DOc
Mean Classical	911.9	102.0	25.6	305.2	615.5	611.9
Mean NIRS	914.4	100.9	24.2	308.4	601.2	607.7
rsd <sup>*</sup>	3.9	17.3	3.5	23.7	47.6	44.2

\* contents and rsd are averaged over 20 samples and 35 instruments; calibration was done with 40 grass silage samples.

In table 8 the between laboratory coefficients of variation are compared. The data for the traditional methods have been taken from other collaborative studies (van der Meer 1984; van der Meer 1987; Jochemsen 1988). In general the between laboratory variation is measured on samples of different materials while in the NIRS study only grass silages have been used which reduces the variation.

Table 8. Comparison of Classical and NIRS between laboratory variation, CV(L)%.

method	NIRS	Classic
Dry matter	0.1	0.2-0.7
Ash	2.8	0.4-3.8
Nitrogen	1.2	0.6-2.4
Crude fibre	1.2	3.9-4.5
DOt	1.2	6.1
DOc	0.9	4.5

A set of mixed feeds for pigs from the Netherlands, France, Germany and Switzerland was measured with NIRS and showed a good calibration for in vitro and in vivo organic matter digestibility and the French standards also for energy digestibility.

NIRS prediction of DOp: n = 90 r = 0.91 rsd = 17 g/kg  
 NIRS prediction of dE : n = 43 r = 0.96 rsd = 1.3 %

In United Kingdom (Barber et al., 1988) and in Finland at the moment NIRS is applied routinely for feed evaluation of roughages. In Finland no system existed before NIRS so accuracy is better than nothing. In UK in a very short time many data were collected based on in vivo trials.

Calibrations of NIRS to predict in vivo organic matter digestibility were calculated for modified acid detergent fibre (r=0.58; rsd=5.1), Acetyl bromide lignin (r=0.72; rsd=4.4), pepsin-cellulase (r=0.74; rsd=4.2) and in vitro T&T digestibility (r=0.86; rsd=3.2), 48 hours nylon bag digestion (r=0.82; rsd=3.6). The main problem in these in vivo correlated studies is the existence of differences between in vivo analysed samples obtained from different stations which cannot be explained easily.

Coelho et al.(1988) compared several procedures to predict intake and digestibility; d0-vitro predicted the best and the conclusion was that NIRS can be used in practice. The association of NIRS with in vivo data was highest for DMI (r=0.92) and lowest for DMD (r=0.83). The association of NIR to laboratory analysis was highest for NDF(r=0.99) and lowest for crude fibre (r=0.93).

In 1989 in the Netherlands NIRS will be used for routine evaluation of roughages, to start with Fodder maize silage probably followed soon by grass silage.

#### Physical methods

The optimal application of lignocellulose containing plant cell walls for animal nutrition have shown the need for knowledge on a molecular level to explain the observed phenomena involved in the mechanical, chemical and biodegradation. There is a general lack of detailed molecular understanding at the monomeric level as well as on higher levels of organisation such as sequence of constituents in the cell wall polymers as well their cross-linkages, intertwining and surfaces. There is insufficient understanding how this develops during maturation and its relation to genetic varieties.

Therefore at national and international level multidisciplinary groups of scientists must get access to equipment like pyrolytic Mass Spectrometry, Nuclear Magnetic Resonance, light and electron Microscopy and other spectroscopic instruments.

When we see for instance the tremendous amount of attention and money spent on the application of straw as a feed source and the multiplication of the same research and trials for each variety and location it will be clear that understanding the cell wall structure in relation to variety and environmental conditions and the mechanism of degradation will reduce these unsuccessful efforts. The biotechnological treatment of feeds to improve intake and availability by ruminants or making roughages also available for pigs needs a better understanding of the polymeric structures and how they interfere with degradability.

It is the combination of techniques which will reveal the secrets in the structures. But when we are realistic no new physico-chemical routine methods will come available before the year 2000.

IR, NIR and UV play already their role in the analysis of physical structures and will also be a part of the future.

**Figure 3. Characterization of plant fibres with relation to intake and digestibility.**

cell wall properties	methods
mechanical	particle size, density, hardness, swelling, pore volume, ionexchange capacity, absorption, pulping quality
morphological/ anatomical	histo-logical/chemical, light- and electron microscopy, spectroscopic microscopy [(auto)fluorescence/reflection]
physical	UV, IR, NIR, NMR, pyMS, EDXA/F
chemical	Weende/van Soest (Bailey/Gaillard/Englyst)/spectrometry (visible/UV)/ GC(IR/MS)/ HPLC (sugars/phenols), acetyl- and methoxy- groups
physiological	digestibility (T&T, cellulase, Menke, van der Meer)/ digestion rate (nylon bag/ adapted Menke)

(van der Meer, 1987)

### Protein evaluation

Protein evaluation for ruminants have been based on the direct relation between the protein content and the digestibility. For heat damages to feed proteins the pepsin digestibility (ISO 6655) or lysine availability (ISO 5510.2) measurements are used. May be in future a new protein value system will be introduced, but for the moment feeds are tabulized and ranked in order of the bypass value of the protein as found in nylon bag studies. Much study is going on modelling the protein digestion and absorption in ruminants (Robinson and Tamminga, 1984; Orskov and McDonald, 1979).

For pigs and ruminants there are also tables with amino acid digestibility values for different feed sources (Veevoedertabel CVB, 1987). Especially when using by-product feeds for pigs the need for supplementation of the essential amino acids must be known.

In 27 digestibility trials with mixed feeds at IVVO (van Donselaar and Steg, 1982) the relation derived was:

$$\text{DXP g/kg O} = -34.2 + 0.954 \text{ XP} \quad r = 0.994 \quad \text{rsd} = 4.9$$

for wheat products:

$$\text{DXP g/kg T} = -28 + 1.01 \text{ XP} - 0.1 \text{ XF}$$

for maize products:

$$\text{DXP g/kg T} = -35 + 0.94 \text{ XP}$$

For 32 mixed feeds the prediction of DXP from the pepsin/HCl degradable protein was less good than the prediction from the crude protein content:

$$\begin{array}{llll} \text{DXP(vivo) g/kg T} = -4.44 + 0.96 \text{ DXPpep} & r = 0.98 & \text{rsd (\%)} = 5.7 \\ & & & 2.4 \\ & = -28.9 + 0.95 \text{ XP} & 0.995 & \end{array}$$

For the 221 grass silages with an average concentration of XP = 156 g/kg T was found:

$$\text{DXPpep} = 0.937 \text{ N} - 22 \quad r = 0.96 \quad \text{rsd} = 10 \text{ g/kg}$$

Further study is needed before new protein evaluation systems will be introduced.

#### Future developments

Progress in the field of feed evaluation is a long process which develops interactive between industry and scientists in institutes and universities. Some developments for the next 10 years are clear:

- more and more in vitro methods, making use of commercially available enzymes, sufficiently calibrated with standard samples with known in vivo values will be used for the prediction of digestibility, which is directly related to metabolizable or net energy,
- NIRS will be the quick method calibrated on in vitro methods, when possible referenced with in vivo data,
- the ruminant and pig models will be described and methods required for these models will be developed,
- more ranking tables will be used as additional information in feed manufacturing,

At the start of the next century (2000) more is to be expected of the physico-chemical methods.

## Literature

- AFRC 1987. Characterisation of feedstuffs: Nitrogen. Report 2. Technical Committee on Responses to Nutrients Nutrition Abstracts and Reviews (B) 57:712-736.
- AFRC 1987. Characterisation of Feedstuffs: Energy. Report 1. Nutrition Abstracts and Reviews (B) 57:504-523.
- Aufrere J., Giger S., Leclercq B., Michalet-Doreau B., Perez J.M. and Sauvant D., 1984. La prevision de la valeur energetique des aliments concentres et des sous-produits assimiles. CAAA, 13 decembre, INRA Paris-Grignon
- Aufrère J. 1982. Etude de la prevision de la digestibilité des fourrages par une methode enzymatique. Annales de Zootechnie 31:111-130.
- Aufrere J. and B. Michalet-Doreau 1988. Comparison of methods for predicting digestibility of feeds. Animal Feed Sci and Techn. 20:203-218.
- Baldwin R.L., L.J. Koong and M.J. Ulyatt 1977. A dynamic model of ruminant digestion for evaluation of factors affecting nutritive value. Agricultural Systems 2:255-288.
- Castagna A., D. Sauvant, M. Dorleans and S. Giger, 1984. Etude de la dégradabilité enzymatique des aliments concentrés et sous-produits. Ann Zootech. 33:265-290.
- Chesson A. and S.D. Murison. 1987. Biochemical evaluation as a feedstuff for ruminants. In: Methods of evaluation of straws in ruminant feeding. COST 84-bis Workshop, Theix France (to be published by Elsevier).
- Coelho M., F.G. Hembry, F.E. Barton and A.M. Saxton 1988. A comparison of microbial, enzymatic, chemical and Near-infrared reflectance spectroscopy methods in forage evaluation. Animal Feed Sci and Techn. 20:219-231.
- CVB, 1977. Manual for the calculation of the Feedingvalue of roughages. Lelystad, NL.
- CVB, 1987. Veevoedertabel. Lelystad, NL.
- De Boever J.L. 1988. Het gebruik van enzympreparaten in de waardering van rundveevoeders. Agriccontact 191: (V)1
- Donselaar B. van and A. Steg 1982. Determination and computation of the nutritional value of compound feeds for dairy cattle. IVVO report 132/ 2nd ed. Lelystad, NL.
- Dowman M.G. and F. Collins 1982. The use of enzymes to predict the digestibility of animal feeds. J.Sci. Food Agric. 33:689-696.
- Es A.J.H. van 1985. Voederwaarde: van ruwe celstof naar in vitro en NIR. Mededelingen IVVO nr.1:62-71.
- Es A.J.H. van 1986. Energy values of feeds for livestock and their prediction. Neth. J. Agric. Sci. 34:405-412.
- Es A.J.H. van, J.H. Wolsink and H.W. Vedder 1987. Voorspelling van de voederwaarde van voedermiddelen met behulp van nabij-infrarood reflectie (NIR) spectroscopie. Doc. report IVVO 178, Lelystad, NL.
- France J. J.H.M. Thornley and D.E. Beaver 1982. A mathematical model of the rumen. J. Agric. Sci. Cambridge 99:343-353.
- In Vitro Newsletter, 1985-1988, nr. 1-4. Editor J.M. van der Meer, Lelystad, NL.
- Jochemsen J. and E. Wijers 1988. Ringonderzoek ruwe celstof en ruw vet bepaling 1987-1. Pers. comm IVVO 250, Lelystad, NL.



- Jones D.H. and M.V. Hayward 1975. The effect of pepsin pre-treatment of herbage on the prediction of dry matter digestibility from solubility in fungal cellulase solution. *J.Sci.Food Agric.* 26:711-718.
- Kellner R.J. and M. Kirchgessner 1976. Zur Methodiek der in vitro Verdaulichkeitsbestimmung von Grün- und Rauhfutter mit Cellulase. *Landwirtsch. Forsch.* 29:204-210.
- Koorevaar H. 1986. Produktie en voederwaarde van gras bij gebruiks- en bemestingsbeperkingen voor natuurbeheer. Report PR 101, Lelystad, NL.
- Meer J.M. van der, 1984. CEC Workshop on Methodology of Feedingstuffs for Ruminants - European In vitro ring test 1983 - statistical report. Report IVVO 155, Lelystad, NL.
- Meer J.M. van der 1986. Optimal prediction of in vivo organic matter digestibility for ruminants by in vitro methods. IVVO report 177, Lelystad, NL.
- Meer J.M. van der, 1987. Physical methods in the study of cell wall structures and cell wall degradation. In: *Methods of evaluation of straws in ruminant feeding. COST 84-bis workshop 2-4 June, Theix, France (to be published by Elsevier).*
- Metz S.H.M. and J.M. van der Meer 1985. Nylon bag and in vitro techniques to predict in vivo digestibility of organic matter in feedstuffs for pigs. *Proc. 3rd Int. Seminar Digestive physiology in the pig, Copenhagen. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsog* 580:373-376.
- Orskov E.R. and I. McDonald, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Cambridge* 93:499-503.
- Orskov E.R., 1988. Comparison of chemical and biochemical methods for predicting feed intakes and animal performance. In: *Evaluation and characterization of lignocellulose for animal feed and industrial use, 21-23 June; Aberdeen U.K. (to be published by Elsevier).*
- Paul C. et al. 1988. Forage quality analysis by near-infrared reflectance spectroscopy. Report CEC Research Coordination Meeting, Brussels, Belgium 3-4 december 1987.
- Robinson P.H. and S. Tamminga, 1984. Present knowledge of protein digestion and absorption in ruminants. *Ubers. Tierernahrung* 12:119-164.
- Steg A. 1981. Voorspelling van voederwaarde met laboratoriumtechnieken. Report IVVO 140, Lelystad, NL.
- Steg A., J.M. van der Meer and B. Smits, 1988. Year report IVVO 1987.
- Sauvant D., 1980. Laboratory methods for predicting the energy and protein value of concentrates for ruminants. In: *Methods for analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals.* Ed.A.J.H. van Es and J.M. van der Meer (IVVO, Lelystad) pp. 93-105
- Soest P.J. van and K.H. Wine, 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV Determination of cell wall constituents. *J.AOAC* 50: 50-55.
- Tamminga, S., 1987. Energiedichtheid en -verdeling in rantsoenen voor melkvee. PHLO-course Animal Nutrition, Wageningen.
- Tilley J.M.A. and R.A. Terry, 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassland Soc.* 18:104-111.

## DISCUSION

### Validez de la metodología analítica actual para la predicción del valor nutritivo de los alimentos. Futuro de las técnicas físico-químicas

En la actualidad no existe ningún método a nivel de explotaciones ganaderas que permita predecir de manera sencilla y rápida el valor nutritivo de los alimentos. Es difícil mejorar en la práctica la predicción del valor nutritivo de los alimentos.

Se considera que la mejora de las técnicas analíticas debe ser realizada. Hasta tanto no sea así, el método Weende, aunque sea mal predictor, permite hablar un mismo lenguaje a distintos grupos. Es conveniente aceptar cualquier método con tal de que proporcione una gran intensidad de datos, como es el caso del sistema Weende.

Es necesario establecer prioridades y, en este sentido, la sistemática a seguir en los próximos 10 años en la valoración de los alimentos debería implicar:

- 1º. Valoración in vivo
- 2º. Valoración in vitro, bien estandarizada con muestras valoradas in vivo.
- 3º. Método NIR, estandarizado con muestras previamente valoradas in vitro. Requerirá mucho tiempo para su aplicación rutinaria, pero resulta muy rápido.

Por ahora y, para que todo ello sea posible es necesario:

- a) Crear circuitos de contrastación de metodologías

b) Crear bancos de muestras valoradas in vivo y establecer las condiciones en las que deberían funcionar dichos bancos.

¿Cómo pueden afectar las variaciones en las partidas de celulasas a la predicción del valor nutritivo?

Lo importante no son esas diferencias, sino el tipo de alimento a valorar y los standards. El uso de celulasas de diferentes fuentes puede dar lugar a la misma predicción si se utilizan los mismos standards.

Ocurre igual con las técnicas que empleen líquido ruminal. No es tan importante la diferencia entre el líquido ruminal procedente de distintos animales. Si se usan los mismos standars se obtienen predicciones similares.

Los métodos que emplean celulasas no se han desarrollado para subproductos de los países mediterraneos sino para los utilizados en los países del Norte de Europa: pulpa de remolacha y subproductos de cereales, principalmente. En general, no existe apenas información acerca de cómo se comportan las celulasas con subproductos ricos en celulosa. En esos casos, pueden ser más convenientes las técnicas que emplean líquido ruminal, pero también utilizadas con cuidado, ya que no se conoce que pasa con los compuestos fenólicos que pueden inhibir la actividad in vitro. Así, por ejemplo, se ha observado que el tratamiento de pajas de cereales libera ac. p-cumárido lo que inhibe la actividad in vitro. Tampoco se sabe si in vivo tiene lugar un fenómeno parecido.

Por otro lado, quizás podría utilizarse una mezcla celulasas-fenoxidasas ya que estas últimas pueden ayudar a las celulasas a degradar el sustrato.

De todas formas, para valorar in vitro subproductos muy ricos en celulasa se recomienda utilizar técnicas que emplean líquido ruminal, con preferencia a las celulasas, pero el establecimiento de ecuaciones específicas puede llevar a un uso adecuado de las celulasas en la predicción del valor nutritivo de subproductos pobres.

En todas estas técnicas de valoración in vitro es conveniente utilizar standards con un rango de digestibilidades lo más amplio posible.

Aún más conveniente sería utilizar técnicas basadas en fermentabilidad y no en solubilidad, como ocurre con las de Tilley-Terry y las que emplean celulasas. Las primeras dan una respuesta más acorde con la actividad efectiva de las bacterias, sobre un determinado tipo de alimento, que las últimas.

Se consideran útiles métodos tales como Tilley-Terry, celulasas y NIR y han de enseñarse a los responsables de los laboratorios de los servicios de extensión, para que puedan aplicarse en condiciones prácticas. No obstante, los subproductos tienen una serie de características típicas de cada uno que deben ser estudiadas por otros métodos, aun en fase de experimentación, a través de las características del líquido ruminal o de las excretas. Por ejemplo, en la orina puede determinarse alantoina, acúrico, xantina, etc...

### Problemas del sistema Van Soest con subproductos

Es muy aproximativo y da lugar a desviaciones importantes cuando se aplica a subproductos que han sufrido tratamientos industriales, que pueden bloquear proteína, o a subproductos con compuestos fenólicos de naturaleza muy variada. Es necesario saber sus restricciones, pero no merece la pena tomarse el trabajo de modificar determinados pasos en función del tipo de sustrato.

La DO280nm es una técnica barata y de gran rapidez para aplicar a nivel práctico.

Es bueno conocer todos estos métodos: sus posibilidades y problemas para utilizarlos de manera adecuada, en función de los objetivos.

PROBLEMATICA DE LA INVESTIGACION SOBRE EL APROVECHAMIENTO  
DE SUBPRODUCTOS EN LA ALIMENTACION ANIMAL

J.M.C.Ramalho Ribeiro.  
Estação Zootécnica Nacional.  
2000 Vale de Santarém. PORTUGAL

1.- INTRODUCCION

Los subproductos son en general fuentes alimenticias desequilibradas. Presentan problemas de ingestión bien por palatibilidad o bien por presencia de sustancias antinutritivas. Así, se reconoce hoy la dificultad de extrapolar el valor nutritivo de subproductos en base a los resultados del análisis químico, aplicando metodología creada y probada para fuentes alimenticias convencionales.

Como sabemos que otros compañeros abordarán en esta reunión este tema, hemos decido concentrar nuestra atención en los problemas metodológicos en terminos de evaluación y determinación del valor nutritivo, primordialmente por técnicas de Digestibilidad "in vivo" y de medición de la capacidad de Ingestión Voluntaria.

Estas dos perspectivas se complementan y deben constituir el punto de partida en el estudio de cada subproducto, en la medida en que la Digestibilidad, siendo un parámetro relativo, nos da valores que pueden ser afectados por el nivel de Ingestión Voluntaria. Así desde un punto de vista práctico, se deberá siempre hacer la determinación de estos dos parámetros como forma de alcanzar una previsión realista del valor Productivo del

subproducto.

Si la aceptación de esta estrategia parece merecer hoy en día el acuerdo generalizado de técnicos y científicos, la manera como se determinarán y medirán estos valores no es uniforme, lo que ha conducido a dificultades al comparar y hasta al explicar ciertos resultados encontrados en la literatura.

Existe la necesidad de encontrar una armonía de criterios con vista a crear una metodología común para la evaluación de subproductos y se han realizado varias tentativas en el ámbito de organizaciones internacionales para definir una metodología única.

En la actualidad, para alimentos como la paja de cereales, bajo la coordinación de la CEE/AGRIMED y del CIHEAM, ha sido creado un grupo de trabajo que se propone presentar todavía en este año una versión realista para la metodología de la determinación de la Digestibilidad "in vivo" y para la medición de la Capacidad de Ingestión Voluntaria.

## 2.- DIGESTIBILIDAD "IN VIVO"

La determinación de la Digestibilidad de los subproductos presenta un determinado número de problemas. La mayoría no puede ser suministrado como alimento único a los animales, haciendose necesario incluirlos en una dieta:

. Con un alimento concentrado, si el alimento en estudio es rico en constituyentes de la pared, poco digeribles (paja, por ejemplo).

. Con un forraje, si el alimento en estudio es rico en glúcidos muy digestivos y rápidamente fermentables.

#### 2.1.- Actividad microbiana óptima

No hay posibilidad de cuantificar el valor nutritivo de un subproducto en un rumiante si no se salvaguarda la cobertura de las necesidades de los microorganismos del rumen.

La definición de las necesidades mínimas de los microorganismos para los diferentes nutrientes no es fácil de establecer y es aún hoy motivo de controversia. Existe en la literatura bastante información no siempre coincidente. Ultimamente a través de la inseminación ruminal, con el auxilio de modelos de rumen artificial del tipo de Rusitec, se han propuesto valores que se pueden aceptar como indicativos. Así, y de acuerdo con las propuestas de Michèlle Durand (Durand, 1987) el nitrógeno total necesario es aproximadamente de 26 gr. de N/Kg. Mat. Org. Digestible. El N reciclado puede reducir este valor en 10 a 40%, dependiendo del nivel y del tipo de N presente en la dieta.

La concentración de azufre se deberá situar en unos 1,8 gr. S/Kg. Mat. Org. Dig. Sin embargo, la concentración



ideal de azufre dependerá de la calidad y disponibilidad del mismo a nivel del rumen para satisfacer las necesidades de los microorganismos. Para alimentos tradicionales, es muy probable que la disponibilidad de la fracción S asociada a las proteínas sea similar a la degradabilidad proteica, que varía mucho de alimento en alimento.

En el caso específico de la paja de cereales, por ejemplo, la degradabilidad del S no sobrepasa los 0,3.

Cerca de 5 g de Fósforo soluble por Kg de Mat. Org. Digestible parece ser suficiente para cubrir las necesidades de los microorganismos del rumen.

En relación a los ácidos grasos de cadena ramificada y de la vitamina B, se sabe que estimulan la digestión de la fibra y la alimentación cruzada entre, microorganismos, contribuyendo a su mutuo aprovechamiento. Sin embargo, el nivel de necesidades es todavía difícil de definir.

El pH no debe bajar de 6,0 y todos los nutrientes deben ser administrados de una forma continua, en especial cuando la fuente alimenticia se degrada lentamente, como en el caso de la mayoría de los alimentos fibrosos.

Para la mayoría de los subproductos, como hemos visto anteriormente, es necesario su administración asociados con un mínimo de forrajes. Por otro lado, el exceso de concentrados o de algunos subproductos pueden provocar perturbaciones en la motilidad y/o modificaciones de las condiciones físico-químicas del rumen.

Michalet-Doreau y Demarquilly (1987) verificaron que la digestibilidad de la cebada, calculada por diferencia, disminuye en 0,072 puntos y la del "Gluten Feed" en 0,078 puntos, cuando la proporción de la dieta pasa de 60 a 80% (ó hasta 90%) aún con las determinaciones hechas a nivel de mantenimiento.

Así, pensamos que el alimento de volumen (henos, preferentemente) deberá representar por lo menos, el 30 a 40% de la dieta total en este tipo de alimentos o mezclas para el mantenimiento de una flora celulolítica capaz de proporcionar un equilibrio fermentativo adecuado.

## 2.2.- Nivel Alimenticio

Siendo conocida la influencia de la ingestión sobre la digestibilidad, se tiende a recomendar un nivel próximo al mantenimiento. Así, la digestibilidad del subproducto es independiente de su proporción en la dieta y se elimina el efecto de las interacciones. Desde un punto de vista práctico las necesidades de un carnero adulto se pueden normalizar en cerca de 40 gr. de MS.Kg<sup>-0,75</sup>, correspondiendo a cerca de 26 gr de MOD.Kg<sup>-0,75</sup>. Otra ventaja consiste en la no existencia de sobras, siempre difíciles de interpretar.

## 2.3.- Periodo de Ensayo

El mínimo tiempo de ensayo deberá ser de 16 días, de los cuales los últimos 6 son el periodo de muestreo;

sin embargo, para ciertos productos, como la paja, se hace necesario un periodo de muestreo de 10 días como mínimo. El periodo de adaptación deberá ser de una o más semanas, dependiendo del tipo de alimentación a que han estado sometidos los animales con anterioridad.

#### 2.4.- Constitución de la Dieta

La precisión de la evaluación de la digestibilidad de un subproducto depende en gran parte de su proporción en la dieta, que deberá ser de cerca del 60% para minimizar la desviación típica.

#### 2.5.- Tipo y Número de Animales

Por cuestiones prácticas estos ensayos se realizan normalmente con machos ovinos adultos, por lo que la extrapolación de los resultados para bovinos o caprinos se deberá hacer con precaución.

Los animales deberán tener buena dentición, estar desparasitados y esquilados por lo menos 15 días antes.

El número de animales depende de la variabilidad esperada en los resultados, pero en la práctica se admite 4 como un número mínimo.

### 3.- INGESTION

En cierto modo muchas de las consideraciones hechas acerca de la digestibilidad se aplican en la determinación

de la ingestión (mantenimiento de condiciones óptimas para el desarrollo de la flora microbiana, constitución de la dieta, etc.). Sin embargo, la palatabilidad, el nivel de rehusado, el periodo de adaptación y el tipo de animal, son cuatro casos específicos que merecen la pena referir.

### 3.1.- Palatabilidad

Cuando intentamos determinar niveles máximos de ingestión no podemos permitir que elementos individuales de la dieta se puedan seleccionar en perjuicio de otros. Se debe manipular la dieta para evitar este tipo de problemas.

### 3.2.- Nivel de Rehusados

Creemos que este nivel puede variar de alimento en alimento, pero nunca deberá ser inferior al 5-10% bajo riesgo de dificultar la interpretación de los resultados.

### 3.3.- Periodo de Adaptación

Este periodo no se puede fijar; deberá ser siempre un compromiso entre lo óptimo y lo posible en terminos de ensayos experimental, pudiendo variar con el tipo de subproducto estudiado.

### 3.4.- Tipo de Animal

Aunque por cuestiones prácticas se prefiera el macho ovino adulto, no nos podemos olvidar de que este es

un prototipo que no se encuentra fácilmente en condiciones productivas. Por otro lado, el estado fisiológico de los animales en producción afecta a su capacidad de ingestión (gestación, lactación, etc.)

#### 4.- BIBLIOGRAFIA

DURAND, M. (1987) Conditions for optimizing of cellulolytic activity in the rumen. Paper presented at the "The methods of straw evaluation in ruminant feeding" - CEE - Cost Bis 84 Program -Theix- Mayo de 1987.

MICHALET-DOREAU, B. e C. DEMARQUILLY (1987) Problemes methodologiques poses par la mesure in vivo de la digestibilite des sous-produits et des aliments concentres. (Documento provisional, aguardando eventual publicación).

ACTIVIDAD MICROBIANA OPTIMA

NITROGENO - TOTAL	26g N/kg MOD -
RECICLADO	10 - 40 %
AZUFRE (S) -	1,8g S/kg MOD Depende: Calidad Disponibilidad
FOSFORO (P) -	5g P sol./kg MOD
GRASAS INSATURADAS -	< 5%
GRASAS SATURADAS -	< 10%
MONO Y DISACARIDOS -	< 10%
FIBRA -	≥ 180g/kg MS
ALMIDON -	< 400 g/kg MS
ALIMENTO DE VOLUMEN -	≥ 30-40% DIETA

DIGESTIBILIDAD "IN VIVO"

INGESTION - MANTENIMIENTO	- 40g MS/kg0,75 26g MOD/kg0,75
PERIODO DE ENSAYO	- PRE-COSECHA - 10 DIAS ADAPTACION - 8-15 " RECOGIDA - 6 "
DIETA	- ALIMENTO UNICO Se Digest.MO 55-75% - SUBPRODUCTO ≥ 60% Dieta
ANIMALES	- OVINOS
Nº ANIMALES	- ≥ 4

## DISCUSION

¿Cuál es el número más idoneo de animales a utilizar en la determinación de la digestibilidad in vivo de subproductos?

Dependerá de la naturaleza del subproducto que se va a valorar. Es aconsejable llegar hasta 6-10 animales.

¿El cálculo de la digestibilidad del subproducto debe realizarse por diferencia o por regresión?

El ideal es obtenerla por regresión, aunque puede resultar difícil de realizar de manera sistemática. Calculándola por diferencia se acumula erróneamente sobre el alimento un efecto asociativo pero, probablemente también, se esté obteniendo una información sobre dicho efecto asociativo, lo cual tiene quizás gran importancia, ya que las nuevas normas francesas utilizan el efecto de asociación como un parámetro a considerar en la valoración de alimentos. Este efecto asociativo podría obtenerse mejor si, en vez de ensayar el producto en una misma dieta basal a distintos niveles de incorporación, se hiciese incorporándolo en 2 ó 3 dietas basales distintas, comparando posteriormente los resultados.

Los efectos asociativos pueden desaparecer si se ensaya una dieta basal, en la que se incluye un cierto nivel del subproducto a valorar, frente a una dieta problema que incluye un nivel importante de ese subproducto. También pueden reducirse utilizando mezclas de subproductos.

AGRIMED estableció en una reunión en Roma unas



normas precisas de suplementación de subproductos. En las condiciones que allí se fijan el cálculo por diferencia de la digestibilidad de subproductos era perfectamente admisible.

El término "alimento grosero", que la CEE recomienda esté presente en la dieta para valorar un subproducto, en un porcentaje no inferior al 30%, es demasiado ambigüo.

Parece deducirse que el método de cálculo más práctico es por diferencia, siempre que las condiciones en las que se desarrollen los ensayos in vivo estén bien estandarizadas.

## INTERACCION DIETA-ANIMAL EN LA VALORACION DE SUBPRODUCTOS

J. A. Guada

Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria  
Miguel Servet, 177. 50013-Zaragoza. España.

### Introducción

Los sistemas actuales de valoración de alimentos para rumiantes se han desarrollado sobre la base de un enfoque termodinámico. Los alimentos son valorados en términos de energía neta que se estima a partir de la digestibilidad de la materia orgánica, asumiendo que la utilización de la energía metabolizable para una determinada función fisiológica varía en función de la metabolicidad, la cual se encuentra a su vez relacionada con la digestibilidad.

Además numerosos estudios han mostrado que la digestibilidad se encuentra positivamente relacionada con la ingestión voluntaria de los alimentos groseros cuyo bajo valor en el caso de los subproductos lignocelulósicos, constituye el principal factor limitante de la productividad animal.

La digestibilidad considerada como un atributo individual de los alimentos es, por lo tanto, el dato de partida de cualquier sistema de valoración, lo que justifica el esfuerzo realizado en la búsqueda de métodos de predicción apropiados basados en la composición química, características físicas o solubilidad de los alimentos.

Sin embargo, la digestión ruminal es un proceso dinámico que resulta de la interacción de factores dependientes de la dieta y del ecosistema ruminal y es difícilmente catalogable como un simple atributo de los alimentos. Además las características de la digestión condicionan tanto la ingestión voluntaria de los alimentos groseros como la naturaleza de los nutrientes absorbidos en el tracto digestivo y en último término la eficiencia de utilización de la energía metabolizable.

La evidencia sobre estas interacciones que es mayor en el caso de los subproductos, dado su contenido desequilibrado en nutrientes, cuestiona la utilidad de los métodos convencionales de valoración y sugiere la necesidad de profundizar en el conocimiento de las alteraciones del ecosistema ruminal y de la situación metabólica del animal, desarrollando técnicas de estudio aplicables a animales en condiciones normales de explotación.

## Digestibilidad

La digestibilidad de la materia orgánica de un subproducto dependerá de su contenido en componentes estructurales potencialmente digestibles y de la magnitud de su digestión ruminal. Esta última es función del tiempo de permanencia del alimento en el rumen y de la velocidad con que son fermentados los carbohidratos estructurales debido tanto a sus propiedades intrínsecas como a las de los tejidos en cuya composición participan junto con otros componentes de la pared celular.

Variaciones en el tiempo de retención en el rumen dependiendo de factores tales como el plano de alimentación, la presentación física de la dieta o el estado fisiológico del animal (Grovm y Williams, 1977; González et al., 1985), afectarán de forma variable a la digestibilidad en función del contenido del alimento en elementos estructurales y de su valor de fermentación.

Otros factores, como la deficiencia de nutrientes esenciales para la flora microbiana o el bajo pH del líquido ruminal pueden afectar negativamente a la digestibilidad (Mould, 1988), mientras que la disponibilidad de carbohidratos estructurales fácilmente digestibles pueden, por el contrario, estimular la fermentación ruminal (Silva y Ørskov, 1988).

La digestibilidad no puede considerarse, por consiguiente, como un atributo de los alimentos dependiente exclusivamente de su composición, sino como el resultado de una interacción entre las características del alimento y otros factores que afectan a las condiciones de fermentación ruminal.

## Ingestión voluntaria

La existencia de una relación entre la ingestión voluntaria y la digestibilidad ha sido interpretada como el resultado de un mas rápido vaciado del rumen debido a la mayor desaparición de sustrato fermentable y más rápida disminución del tamaño de partícula que permitiría su salida del rumen. Sin embargo, los diferentes tiempos de retención observados entre dietas granuladas conteniendo paja molida a un tamaño de partícula inferior al necesario para abandonar el rumen (Howell et al., 1988; Castrillo et al., 1987), sugiere que el tiempo de retención de las partículas

no es función solo de su tamaño sino que depende también de las condiciones físicas del medio ruminal creado por el tipo de dieta consumida.

Por otra parte, la desaparición de sustrato degradable depende de la velocidad y magnitud de la fermentación ruminal que puede variar como consecuencia de la influencia de la suplementación sobre los factores anteriormente mencionados (deficiencia de nutrientes, pH, disponibilidad de carbohidratos digestibles), modificando el nivel de replección ruminal del alimento base.

Una mayor comprensión de la regulación de la ingestión voluntaria requiere cuantificar los atributos físicos del medio ruminal y su influencia sobre la ingesta en combinación con variaciones en las características de la fermentación ruminal.

Además todos estos factores interaccionan, a su vez, con los mecanismos de regulación de la demanda orgánica de nutrientes, determinando la frecuencia de comidas y su magnitud, de tal manera que la ingestión voluntaria de algunos subproductos no tiene relación con su digestibilidad y varía considerablemente en función de la suplementación. Existe suficiente evidencia (Egan, 1977) para pensar que el desequilibrio en el aporte de nutrientes absorbidos es un factor limitante de la ingestión y que la suplementación además de un efecto directo sobre la fermentación ruminal, puede afectar a la ingestión voluntaria alterando los nutrientes absorbidos y el status metabólico del animal.

A medida que aumenta la eficiencia de síntesis microbiana, la cantidad de masa microbiana por unidad de sustrato fermentable aumenta en detrimento de la proporción de sustrato fermentado como fuente de energía y de ácidos grasos volátiles como producto residual. Ello implica variaciones en la relación proteína:energía de los nutrientes absorbidos y por lo tanto en el status nutritivo del animal.

#### **Cuantificación de los procesos digestivos**

Tanto la digestibilidad como la ingestibilidad de los alimentos vienen determinados por una serie de interacciones entre las características de la dieta, la de la fermentación ruminal y el status metabólico del animal. La existencia de estas interacciones es más probable en el caso

de los subproductos dada su composición generalmente desequilibrada, siendo preciso para su valoración cuantificar estos efectos mediante la integración de los aspectos dinámicos y cuantitativos de la digestión.

La implantación de canulas en el tracto digestivo ha permitido determinar el flujo de nutrientes en distintos tramos del sistema digestivo y por diferencia calcular la digestión en cada uno de ellos. También, ha permitido acceder con relativa facilidad a la cavidad ruminal para caracterizar y manipular experimentalmente la naturaleza de las fermentaciones y cuantificar los productos resultantes. A su vez, la utilización de distintos tipos de marcadores ha permitido la cuantificación del flujo sin necesidad de recurrir a la colección total del quimo mediante canulas de reentrada (France y Siddons, 1988), así como estudiar el tiempo de retención de partículas y fase líquida en el compartimento ruminal y otros tramos del tubo digestivo (Ellis et al. 1980).

Mientras que la inserción de canulas ruminales es relativamente sencilla y permite largos períodos de sobrevivencia, la fistulización del intestino es causa de un mayor stress, mas reducidos períodos de sobrevivencia y una menor ingestión en estos animales, lo que impide integrar los datos de digestión con los estudios de respuesta de la ingestión voluntaria.

El desarrollo de métodos indirectos para estimar la absorción y utilización orgánica de nutrientes, como los basados en la excreción urinaria de catabolitos (Fujihara et al., 1987), puede resultar de gran utilidad junto a la caracterización de la fermentación ruminal, para valorar las condiciones de utilización y necesidades de suplementación de recursos alimenticios poco convencionales como los subproductos.

#### Referencias

- Castrillo, C., Guada, J.A. y Vega, A. 1987. *Reproduction, Nutrition et Development*, 27, 259-260.
- Egan, A.R. 1977. *Australian Journal of Agricultural Research*, 28, 907-915.
- Ellis, W.C., Lascano, C., Teeter, R. y Owens, F.W. 1980. Protein requirements for cattle. Ed. F.N. Owen. Oklahoma State University, Publ. MP-109. pp. 37-56.
- France, J. y Siddons, R.C. 1986. *Journal of Theoretical Biology*, 121, 105-119.

- Fujihara, T., Orskov, E.R. Reeds, P.J. y Kyle, D.J. 1987. *Journal of Agricultural Sciences, Cambridge*, 109, 7-12.
- González, J.S., Robinson, J.J. y Fraser, C. 1985. *Livestock Production Science*, 121, 59-58.
- Grovum, W.L. y Williams, V.J. 1977. *British Journal of Nutrition*, 38, 425-436.
- Hovel, F.D.DeB., Masvaure, S.M., Gregory, P.C. y Kyle D.J. 1988. *Animal Production*, 46, 506.
- Mould, F.L. 1988. En: *World Animal Science*, B4. Ed. E.R. Orskov. Elsevier Sci. Publish. Amsterdam, pp. 279-292.
- Ayona Silva, T. y Orskov, E.R. 1988. *Animal Feed Science and Technology*, 19, 277-287.

## DISCUSIÓN

### Importancia de la ingesta en la valoración de un alimento

La digestibilidad solo explica el 70% del valor nutritivo de un alimento, siendo este, en gran parte, explicado por la ingesta, aunque este factor es especialmente desconocido en el caso de los subproductos.

Estudios de dinámica del rumen, velocidad de tránsito y de degradación, etc., son métodos que, en el futuro, podrán servir para explicar anomalías o falta de coherencia entre digestibilidad e ingesta en determinados materiales.

### Condiciones de medida del nivel de ingesta

El número de animales a utilizar en estudios de ingesta es superior al necesario en ensayos de digestibilidad ( $\approx 20\%$ ).

Hay que tener en cuenta las condiciones en que se tiene al animal. En jaula este ingiere menos. También influye el grado de aislamiento en relación a otros animales.

El nivel de "rechazo" puede ser muy variable (el 10 al 50%) en función de la heterogeneidad del alimento, factor que determinará la selección y, por tanto, el nivel de rechazo. Quizás lo más conveniente cuando se trate de cuantificar la ingesta de subproductos sea establecer una curva en la que se relacionen el nivel de ingesta y el nivel de rechazo.

### Ensayos de producción

En este tema de los subproductos, con una enorme diversidad entre ellos, existe una valoración que es la más finalista, que son los ensayos de producción, formando parte de dietas que han de ser equilibradas.



## REFLEXIONS SUR LA VALORISATION DES RESIDUS LIGNOCELLULOSIQUES EN AFRIQUE DU NORD

*Dr. A. Nefsoui, Laboratoire d'Alimentation et de Technologie, Ecole Supérieure  
d'Horticulture, 4042 Chott Mariem, Sousse, Tunisie.*

### SITUATION GENERALE : quantités disponibles importantes mais souvent mal exploitées....

Selon les statistiques de la FAO (Kossila, 1984), les résidus de récolte représentent en moyenne, tous pays confondus, environ 24 % de l'énergie utilisable par les ruminants, alors que les sous-produits agro-industriels ne comptent que pour 1 %.

Quantitativement, les pays asiatiques arrivent en tête des pays "producteurs" des résidus des récoltes du blé, du riz, du millet, de la canne à sucre et des oléagineux. L'Amérique Centrale et l'Amérique du Nord sont les grands producteurs des résidus du maïs et du sorgho, alors que l'Europe est concernée par les résidus provenant des cultures de l'orge, du raygrass, des racines et des tubercules.

Des différences régionales méritent d'être mentionnées. En effet, en rapportant les quantités de résidus lignocellulosiques à l'effectif des animaux, nous constatons que :

- en Europe et en Amérique Centrale et du Nord, l'effectif de la population animale est élevé, mais aussi celui des quantités de RLC disponibles.
- en Afrique les quantités des RLC sont relativement plus réduites. Le rapport MS de RLC par unité d'animaux herbivores n'est que 2,2 alors qu'il est de 6,5 à 6,6 en Europe et en Amérique Centrale et du Nord (tableau 1). Ces derniers pays sont d'ailleurs les greniers à céréales actuellement. Par ailleurs les monogastriques (porcs et volailles) sont présents en plus grands nombres dans ces pays.

*tableau 1: Quantité totale des résidus celluloseux des récoltes (RLC), nombre  
d'animaux herbivores et de consommateurs de grains et disponibilité théorique des  
RLC par herbivores en Europe, Afrique et l'Amérique Centrale et du Nord.  
(adapté de Kossila, 1984).*

	Europe	Afrique	Amérique du Nord et Centrale
Résidus lignocellulosiques, x1000 T MS	504	343	1193
Herbivores x1000 LU	142	156	179
Tonnes MS RLC/LU herbivores	6,54	2,20	6,66
% des monogastriques/herbivores	33,7	5,5	17,9

(1) herbivores : bovins, ovins, caprins, camélidés et équidés - monogastriques : volailles et porcs

Ces différences régionales pourraient être expliquées par les conditions climatiques, le niveau de technologie, la disponibilité des pâturages et des forêts, importance du cheptel animal, etc ....

Il est aussi certain que les quantités de RLC par rapport au cheptel sont en progression et nous poussent à fournir d'avantage d'effort dans le sens d'une meilleure utilisation de ces résidus.

En Afrique, environ 69 % des résidus des récoltes proviennent des céréales, 12 % des oléagineuses et 5 % de la canne à sucre. Le maïs est prédominant au sud-est du continent, Egypte, Côte d'Ivoire, Bénin, Ghana. Le millet et le sorgho en Afrique Centrale et de l'Ouest. Le blé est populaire en Afrique du Nord. Le riz se trouve essentiellement à Madagascar et aux Iles Comores alors que la canne à sucre est abondante aux Iles de la Réunion et Maurice.

Concernant l'Afrique du Nord, tous les pays (Egypte, Lybie, Tunisie, Algérie, Maroc) ont un déficit en aliments de bétail (tableau 2). Le déficit en aliments grossiers oscille entre 14 % pour la Tunisie et 30 % pour l'Algérie. Notons que les aliments concentrés sont importés dans une large mesure. L'importation du maïs et du tourteau de soja coûte à la Tunisie quelques 60 millions de dinars annuellement.

*tableau 2 : Disponibilités et besoins en aliments de bétail (millions de tonnes/an.) en Afrique du Nord. (Ligue des Pays Arabes.)*

pays	disponible		besoins		bilan		Déficit fourrage (%)
	conc.	fourra.	conc.	fourra.	conc.	fourra.	
Tunisie	0,1	2,8	0,1	3,2	0,0	-0,4	-13,8
Algérie	0,8	8,6	2,0	8,4	-1,2	-4,9	-30,6
Maroc	0,1	8,9	2,0	10,0	-2,0	-1,1	-24,8

Il semble difficile, pour ces pays d'augmenter leur production fourragère et faire face à ce déficit alimentaire, car, d'une part les conditions du milieu (pluviométrie, fertilité des sols, etc ...) ne sont pas favorables et, d'autre part l'augmentation des superficies fourragères se ferait au dépend des céréales destinées à la consommation humaine. Pour des raisons sociales et économiques, il est aussi impensable de réduire l'effectif du cheptel animal. Ces effectifs ne couvrent d'ailleurs pas la demande de ces pays en lait et en viande. A titre d'exemple, la Tunisie importe de l'ordre de 50 % de ses besoins en lait et dérivés. Le recours à l'importation des concentrés, comme c'est le cas pour les volailles, ne paraît pas non plus une solution économiquement envisageable. En effet, le kg de gain de poids nécessite environ 8 à 10 kg d'aliment chez le ruminant et 2 à 2,2 kg chez la volaille.

Cette situation dramatique se repercuté d'ailleurs sur le niveau de production du cheptel dans ces pays (tableau 3).

*tableau 3 : Productivité (kg protéines animales/an.) par unité animale en Afrique du Nord en comparaison avec d'autres pays (El Naga, 1984).*

pays	unités animales (x 1000)	productivité (kg protéines/unité animale)
Tunisie	930	27,5
Algérie	3976	10,7
Maroc	6370	11,4
Monde		22,3
Afrique		5,6
Amérique Latine		6,3
Europe		62,5
Amérique du Nord		50,0

Dès lors, les choix sont limités et la meilleure utilisation des ressources locales, même s'ils sont de faible valeur alimentaire, apparaît comme la solution logiquement envisageable.

### **LA RECHERCHE : beaucoup d'efforts, mais ...**

La recherche sur la valorisation des résidus de récolte et des sous-produits agro-industriels en Tunisie, voire même en Afrique du Nord, n'échappe pas à une multitude de problèmes qui sont généraux à tous les secteurs agricoles. Ces problèmes sont aussi bien le résultat d'une organisation insuffisante, de MANQUE DE MOYENS que du comportement du chercheur vis à vis de cette situation et de l'évolution dans sa carrière.

#### **L'absence d'une politique de recherche :**

L'absence quasi totale d'une politique et de programmes de recherche à moyen et long terme aussi bien au niveau national qu'au niveau des institutions, font que le chercheur reste pratiquement le seul "décideur" des thèmes des recherche qu'il doit entreprendre. Cette situation serait fructueuse si ce dernier est sensible aux préoccupations de la profession et des nécessités du pays; si non il n'échappe à la tentation d'aborder des sujets qui, même s'ils sont d'un intérêt scientifique certain, sont loin de répondre aux nécessités du développement.

#### **L'insuffisance de concertations et d'échanges entre chercheurs :**

Les pays de l'Afrique du Nord sont confrontés à des problèmes similaires et il paraît logique et fortement souhaité que des liens très étroits, voire des programmes de recherche complémentaires soient envisagés en concertation. Cette concertation n'a pas encore été développée de façon intensive.

#### **La tentation du mimétisme :**

La recherche sur les résidus lignocellulosiques dans les pays en voie de développement consiste le plus souvent en un transfert des techniques développées dans les pays européens ou aux USA. Dans beaucoup de situations ce transfert peut être inefficace, voire même nuisible. Plusieurs facteurs sont responsables de cette situation. Beaucoup de chercheurs sont formés dans les pays industrialisés et ayant la liberté de choix de leurs thèmes de recherches n'échappent pas à "rester à la mode" et continuent à traiter des sujets "facilement publiables". Ceci est d'avantage accrue, d'une part, par le fait que l'avancement du chercheur dans sa carrière est conditionné par ses publications et, d'autre part, par l'absence quasi totale de revues scientifiques locales où il peut publier ses travaux. En effet, les revues internationales sont peu friandes de sujets à intérêt localisé et spécifique d'un pays ou d'une région donnée.

#### **La recherche sur les sous-produits est conjoncturelle :**

Partant de l'absence quasi totale de programmes de recherche à long terme, les investigations sur les sous-produits restent soumises à des conjonctures climatiques et économiques. Les autorités sont plus sensibles à ces problèmes durant les années de disette où elles se trouvent obligées d'avoir recours à l'importation massive d'aliments de bétail. Le chercheur devient dans ces conditions très "demandé" et il a plus de facilité d'acquérir des moyens de travail.

### **AMELIORER LA VALEUR NUTRITIVE DES RLC : DIVERSES APPROCHES...**

Les méthodes d'amélioration de la valeur nutritive des RLC sont connues et appliquées depuis quelques années dans divers pays développés et en voie de développement. Ces méthodes nécessitent toutefois une adaptation pour qu'elles soient transposables aux conditions des pays tropicaux ou arides.

Les différences essentielles entre ces deux situations sont . d'une part, la proportion du RLC

dans la ration et , d'autre part, la complémentation (azote, minéraux) des régimes. Dans nos pays les objectifs visés à travers l'utilisation des RLC sont modestes (entretien, production modérée) et leur niveau d'incorporation est alors élevé (deux tiers de la ration). Dans les pays développés la part du concentré est importante et les régimes sont correctement complétés. En d'autres termes, les rations dans les pays développés contiennent plus de protéines qui échappent à la dégradation dans le rumen et plus d'amidon provenant des concentrés.

En Afrique du Nord et en tenant compte du prix et de la disponibilité des réactifs, seuls l'ammoniac ou l'urée peuvent être actuellement envisagés. L'ammoniac est actuellement le plus utilisé. C'est ainsi que des programmes de traitement de la paille de céréales sont mis au point en Tunisie, moyennant des citernes mobiles appartenant à des organismes étatiques ou privés qui arrivent jusqu'au petit éleveur. Durant cette année seulement 7000 tonnes de pailles ont pu être traitées, car les investissements pour l'acquisition des citernes sont relativement importants. Les résultats ne sont pas non plus très spectaculaires car la complémentation de la ration demeure aléatoire.

La question qui reste posée est de savoir s'il n'est pas plus approprié de compléter d'abord correctement la ration avant de penser au traitement ! Plusieurs exemples peuvent être cités pour consolider cette réflexion. En Egypte, Naga (1984) a montré que la complémentation adéquate de la ration permet de réaliser des performances meilleures que celles obtenues par le traitement aux alcalis et à moindre coût. La complémentation ne représente que 68 % du coût du traitement.

Ces constatations rejoignent les propos avancés par Preston (1984) où il conseille de :

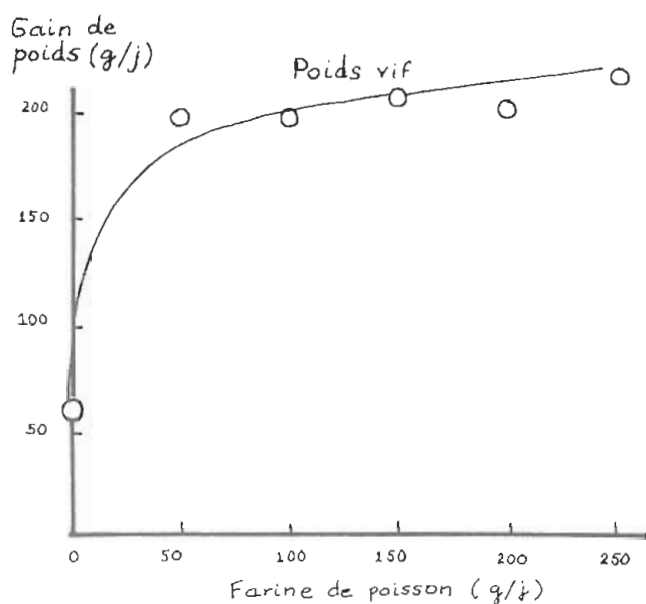
1. compléter la ration avec :
  - une source d'azote facilement fermentescible (urée, ammoniac),
  - un fourrage de bonne qualité (légumineuses)
  - une protéine non dégradable dans le rumen
2. augmenter la dégradabilité de la fraction pariétale de la ration de base avec un traitement aux alcalis.
3. augmenter la capacité glucogénique du régime par l'addition d'amidon qui échappe à la dégradation ruminale.

L'intérêt de l'addition des protéines "by-pass", même en faible quantité est inéluctable et a été déjà montré depuis de longues dates (figure 1).

L'intérêt de l'utilisation de l'amidon by-pass peut être illustré par les travaux de Thompson (1978) qui rapporte que l'efficacité d'utilisation de l'énergie métabolisable pour la synthèse des tissus (Kf) est plus élevée avec une combinaison fourrage/mais qu'avec fourrage/orge (tableau 4). La teneur en énergie métabolisable des différentes combinaisons est la même. Une explication est la digestion post ruminale plus importante des régimes à base de maïs.

Ce problème ne se pose pas pour les pays riches où les concentrés interviennent pour une grande partie dans la ration (50 % au moins). Ces rations permettent d'avoir une proportion importante d'acide propionique dans les produits terminaux de la digestion et dès lors une bonne partie de l'amidon échappe à la dégradation ruminale et produit du glucose au niveau intestinal. De plus pour ces pays l'apport azoté est souvent sous la forme de protéines réelles et les acides aminés absorbés permettent d'économiser le glucose (Preston and Willis, 1974).

Ainsi donc les rations riches en "fibres" ou en hydrates de carbone solubles (mélasse) sont pauvres en amidon et en protéines et constituent la majeure contrainte de la productivité des animaux. Le traitement à l'ammoniac ou à l'urée ne permet pas obligatoirement d'augmenter la part des produits glucogéniques ou celle des acides aminés et l'utilisation la plus efficace des RLC dépendra surtout de leur complémentation adéquate.



**Figure 1 : de faibles quantités de farine de poisson (50 g/jour) augmentent considérablement les performances des bovins alimentés avec une ration à base de paille de riz traitée avec de l'urée (Saadullah et al., 1983).**

*tableau 4 : efficacité d'utilisation de l'énergie métabolisable de différentes combinaisons de fourrages avec du maïs et de l'orge pour l'engraissement des bovins (Thomson, 1978).*

	Kf en %
Ray-gras et orge	36
Ray-gras et maïs	42
Trèfle et orge	44
Trèfle et maïs	50

## LES METHODES ANALYTIQUES EXIGENT EGALEMENT DES ADAPTATIONS.

D'abord, il convient de préciser que les moyens analytiques sont limités et que cette étape constitue un préalable à tout travail de recherche sérieux. Il serait souhaitable, pour permettre de valoriser au mieux les moyens disponibles, d'avoir recours à des références du genre "ring test". Cette procédure existait dans le temps, où la Tunisie était le seul membre africain. Cette approche permet un contrôle a posteriori de la précision des méthodes employées et constitue une sonnette d'alarme pour le chercheur en le renseignant sur son "savoir faire". Le cadre de ces tests peut être offert pour l'Afrique du Nord par le biais des Instituts du CIHEAM.

Ensuite, des méthodes analytiques spécifiques des RLC, tel que la détermination des fibres (cellulose, hémicelluloses, lignines) nécessiteraient quelques adaptations. La méthode la plus employée actuellement est sans doute le fractionnement de Van Soest. Toutefois, cette méthode a été mise au point initialement pour les fourrages, puis son extension a fait qu'on l'emploie pour tous les types de produits. Nous avons constaté (Nefzaoui et Vanbelle, 1984; Nefzaoui, 1985) que cette méthode peut ne pas être applicable intégralement pour certains types de résidus. Ainsi, par exemple la teneur en constituants pariétaux (NDF) des grignons d'olive tamisés est de l'ordre de 55 % mais leur digestibilité est inférieure à celle de la paille de blé qui a une teneur en NDF de plus de 70 %. Reed et Van Soest (1984) rapportent d'autres cas observés avec certains arbustes fourragères tropicales. Van Soest (1964) préconise, pour déterminer les teneurs en "fibres" des fourrages, des extractions de 1 heure au détergent acide et neutre. Ceci implique, que le résidu obtenu après une heure d'extraction présente le moins de substance interférente possible, et que d'autres fractions n'ont pas été solubilisées durant l'extraction. Nos données (Nefzaoui, 1985) nous ont permis de constater que ces conditions ne sont pas acquises pour tous les types de substrats. En effet, si le résidu insoluble au détergent neutre se stabilise après plus ou moins 1 heure d'extraction, le résidu insoluble au détergent acide diminue constamment jusqu'à 8 heures d'extraction et probablement au-delà (figure 2 et 3). McLeod et Minson (1972) observent, sur 50 échantillons de 5 espèces d'herbes, une diminution de la teneur en ADF et en lignine, jusqu'à 18 heures d'extraction au détergent acide (ADS).

Après combien de temps faudrait-il arrêter l'extraction et qu'est ce qui est solubilisé par l'ADS ?

La réponse à ces deux questions est loin d'être évidente. Quelques hypothèses peuvent être formulées.

Concernant la nature des produits solubilisés par l'ADS : quatre fractions principales de la paroi peuvent subir une action, en l'occurrence, les hémicelluloses, la cellulose, la lignine et l'azote lié à la paroi (ADIN).

1- La solubilisation de la cellulose après 1 heure d'extraction peut expliquer, dans une certaine mesure, la diminution de l'ADF. Seul le dosage des sucres correspondant à cette hydrolyse, dans la fraction solubilisée peut le confirmer. Toutefois, l'évolution de l'absorbance à 280 nm du soluble à l'ADS, va à l'encontre de cette hypothèse, car la cellulose, les pectines et les hémicelluloses ont une absorbance négligeable à cette longueur d'onde.

2 - La solubilisation de l'azote lié à la paroi (ADIN) peut expliquer en partie la diminution des teneurs en ADF. En effet, nos résultats montrent une diminution de l'ADIN en fonction de l'augmentation de la durée d'extraction. Cette solubilisation de l'ADIN par le détergent acide ne peut expliquer qu'une faible partie de la diminution de l'ADF. De plus, Morrison (1972) observe curieusement que les protéines, qui sont supposées interférer fortement à 280 nm, à cause de leur concentrations en acides aminés aromatiques, absorbent peu à cette longueur d'onde. Selon Van Soest (1982), l'ADIN provient virtuellement des réactions de Maillard et aux propriétés physiques et chimiques des lignines (solubles dans les alcalis et insolubles dans les acides) et est récupéré dans l'ADF. Mais il possède également les caractéristiques d'absorbances des phénols de la lignine (maximum d'absorbance à 280 nm). A la lumière de ces considérations, la diminution de l'ADIN expliquerait partiellement celle de l'ADF. Rappelons, que l'ADIN est dosé comme une partie de la lignine sulfurique.

3 - La solubilisation de la lignine peut expliquer la diminution de l'ADF. Ceci semble être confirmé par plusieurs éléments :

- l'évolution de l'absorbance à 280 nm de la fraction soluble de l'ADS et qui est pratiquement l'image renversée de l'évolution des teneurs en ADF;
- l'évolution des teneurs en ADL du grignon non traité et du grignon traité à la soude : le traitement à la soude solubilise une partie de l'ADL (mesurée selon la méthode standard), mais après 8 heures d'extraction à l'ADS, les produits traités et non traités ont la même teneur en lignine;
- les corrélations élevées entre l'absorbance à 280 nm et les constituants pariétaux confirment également cette hypothèse.

Plusieurs observations mentionnées dans la littérature, tendent à confirmer que l'origine de l'augmentation de l'absorbance à 280 nm serait la solubilisation d'une fraction des lignines :

- La détermination de la lignine selon la procédure de ADF\_Klason donne les estimations les plus basses (Van Soest, 1982). Ceci peut vouloir dire que l'ADF ne récupère pas toutes les lignines.
- Plusieurs auteurs (i.e., Morrison, 1972) préconisent des méthodes spectrophotométriques, basées sur l'absorbance à 280 nm, pour déterminer la lignine.
- les produits phénoliques à faible poids moléculaires absorbent fortement à 280 nm, alors que les polymères pariétaux et les protéines absorbent très faiblement à cette longueur d'onde.
- La lignine est partiellement soluble dans les acides minéraux (Pearl, 1960).

A ce niveau des questions peuvent être soulevées :

- la méthode de Van Soest est-elle adéquate aux RLC traitées aux alcalis ?
- Y aurait-il également solubilisation de la lignine durant la première heure d'extraction au détergent acide ?

Ces différents aspects posent le problème de la détermination des hémicelluloses (NDF - ADF) et de la cellulose (ADF - ADL) qui sont estimées par différence. De plus, dans le cas où l'objectif visé est la détermination de la lignine, la méthode de Van Soest risque de ne pas être satisfaisante. Une adaptation particulière et spécifique pour chaque type de substrat, surtout ceux d'origine tropicale riches en substances interférentes (tannins, ...) risque d'être longue et fastidieuse.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- El Naga, M.A., 1984. In : Proceedings of FAO/ILCA Experts Consultation on "Guidelines for Research on the Better utilization of Crop Residues and Agro-Industrial By-Products in Animal Feeding in Developing Countries" ; 5-9 March 1984 Addis Ababa.
- Kossila, V., 1984. In : Proceedings of FAO/ILCA Experts Consultation on "Guidelines for Research on the Better utilization of Crop Residues and Agro-Industrial By-Products in Animal Feeding in Developing Countries" ; 5-9 March 1984 Addis Ababa.
- McLoed, M.N. and Minson, D.J., 1972. *J. Grassld. Soc.*, 27 : 23
- Morrison, I.M., 1972. *J. Sci. Food Agri.*, 23 : 455
- Nefzaoui, A. and Vanbelle, M., 1984. In : Proceedings of FAO/ILCA Experts Consultation on "Guidelines for Research on the Better utilization of Crop Residues and Agro-Industrial By-Products in Animal Feeding in Developing Countries" ; 5-9 March 1984 Addis Ababa.
- Nefzaoui, A., 1985. Thèse de Doctorat. Université Catholique de Louvain (Belgique) - 1985.
- Pearl, I.A., 1960. Cité par Morrison, I.M., 1972.
- Preston, T.R., 1984. In : Proceedings of FAO/ILCA Experts Consultation on "Guidelines for Research on the Better utilization of Crop Residues and Agro-Industrial By-Products in Animal Feeding in Developing Countries" ; 5-9 March 1984 Addis Ababa.
- Preston, T.R. and Willis, M.B., 1974. In : *Intensive Beef Production* (2nd edition). Pergamon Press, Oxford.
- Reed, D.J. and Van Soest, P.J., 1984. In : Proceedings of FAO/ILCA Experts Consultation on "Guidelines for Research on the Better utilization of Crop Residues and Agro-Industrial By-Products in Animal Feeding in Developing Countries" ; 5-9 March 1984 Addis Ababa.
- Saadullah et al., 1983. Cité par Preston, T.R., 1984.
- Thompson, D.J., 1978. In : *Ruminant Digestion and Feed Evaluation* (ed., D.F. Osborne, D.E. Beaver and D.J. Thompson); ARC - London.
- Van Soest, P.J., 1964. *J. Anim. Sci.*, 23 : 838
- Vans Soest, P.J., 1982. In : *Nutritional Ecology of the Ruminant* (ed. P.J. Van Soest); O & Books - Oregon.



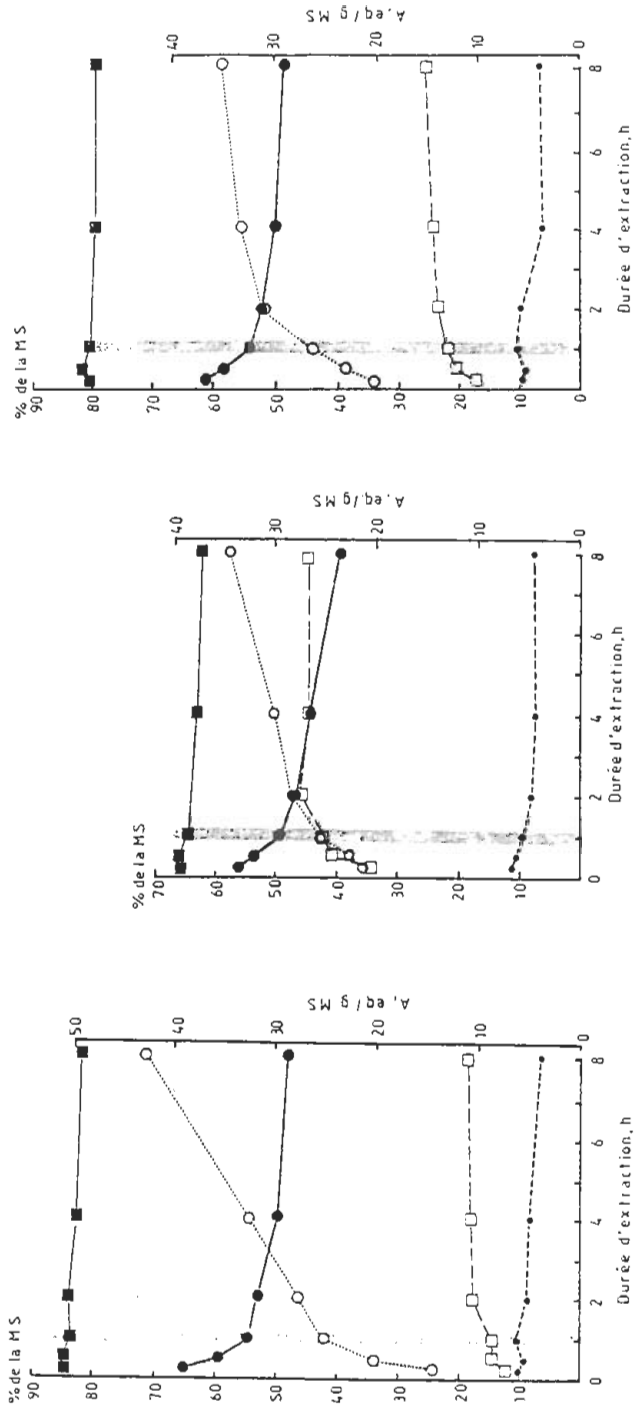
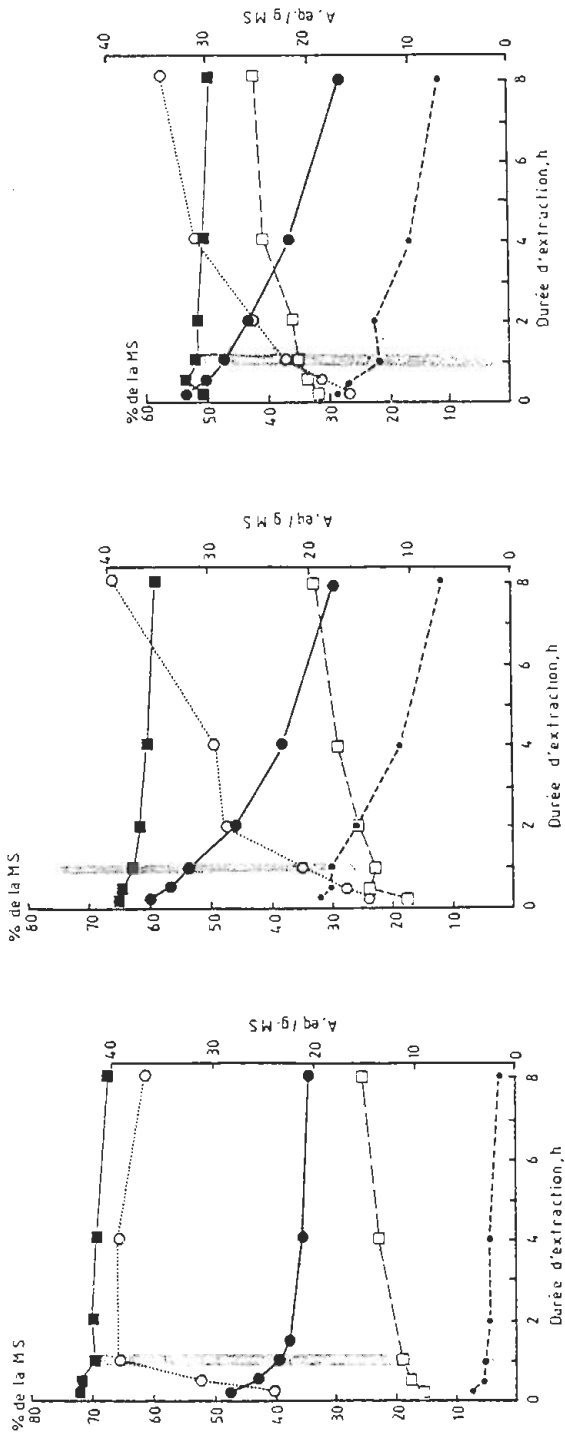


Figure 2 : Influences des durées d'extraction aux détergents neutre et acide sur les teneurs en constituants pariétaux et l'absorbance à 280 nm des fractions solubles correspondantes, de la paille de céréale non traitée, traitée à la soude ou traitée à l'ammoniaque.



GRIGNON TRAITE 6 % SOUDE

GRIGNON NON TRAITE

FOIN

Figure 3 : Influence des durées d'extraction aux détergents neutre et acide sur les constituants pariétaux et l'absorbance à 280 nm des fractions solubles correspondantes, du foin, de grignon épuisé tamisé et du grignon épuisé tamisé traité à la soude.

LA PROBLEMÁTICA DE LOS SUBPRODUCTOS LIGNOCELULÓSICOS DE ORIGEN AGRÍCOLA. INVESTIGACION Y DESARROLLO HACIA NUEVAS FORMAS DE REICLADO

X. Alibés  
Centro de Investigaciones Agrarias de  
Aula Dei  
Apartado 727. 50.080 - ZARAGOZA

PREAMBULO

Agradeciendo a los organizadores de estas jornadas de "Nuevas fuentes de alimentos para la producción Animal" la invitación a participar en la presente 'Mesa Redonda', quiero señalar que las anotaciones que siguen obedecen normalmente a informaciones posiblemente fraccionarias, recogidas de documentos y notas, fruto de algunas responsabilidades que en este campo he tenido durante los últimos años. Quizás por comodidad, no he pretendido hacer un esfuerzo exhaustivo al respecto, de cualquier forma espero que algunas de las reflexiones que siguen puedan resultarles de utilidad.

LA PANORAMICA EUROPEA DE LOS SUBPRODUCTOS AGRICOLAS DE TIPO LIGNOCELULOSICO

La agricultura Europea está generando una importante cantidad de subproductos procedentes de los cultivos agrícolas (pajas de cereal, de maíz, girasol, hojas de remolacha, pulpas de muy diferente índole, residuos de toda la industria de transformación hortícola, etc.), materiales de muy diversa calidad y con una posibilidad de reciclado muy diferente. La calidad en si del subproducto es ya importante, pero otros factores como el transporte y manipulación, conservación, procesado, pueden dificultar este posible buen uso del subproducto.

En términos cuantitativos, la paja de cereal constituye el primer subproducto de importancia generalizada, con una producción anual de 120 millones de toneladas en los doce países de la Comunidad Europea. El destino de esta paja es muy variable: Cama para el ganado, Alimento para el Ganado, Combustión en pequeñas industrias (en Dinamarca el 10 % de su disponibilidad se orienta a este uso), industrias de cartonaje, preparación de compost hortícola, cria de champiñón, etc.; finalmente, el enterrado en el propio campo o la peligrosa combustión también en el propio terreno. Las diferencias regionales en disponibilidad y posible uso son también grandes, lo cual provoca problemas de transporte no siempre viables. Lo cierto, es que en la CEE se estima un excedente de al menos 24 millones de toneladas de paja y existe inquietud en buscar nuevas aplicaciones y salidas al problema.

Observando la evolución de esta panorámica a lo largo de los últimos años, no se vislumbra una vía clara de orientación futura sobre el problema. En los años de crisis del petróleo, algunos países nórdicos estimularon el uso de paja como combustible; el uso para cama de ganado parece sostenido, la capacidad de derivar paja hacia fines industriales está altamente condicionada a que las nuevas tecnologías aporten vías hoy por hoy no disponibles. En lo que concierne a alimentación animal dentro de la CEE, parece que se ha llegado a un techo (Suecia, Noruega, Dinamarca, Alemania) en el cual los sistemas ganaderos no están interesados en aceptar dietas con importante cantidad de paja. La actual situación excedentaria en muchas materias primas probablemente influirá negativamente sobre la viabilidad de incluir más residuos lignocelulósicos en las dietas.

## PROGRAMAS DE I + D QUE SE PREOCUPAN DEL TEMA

Durante los últimos años han venido actuando numerosas instituciones y -- programas de carácter internacional que han desarrollado actividades interesantes sobre el tema.

### a) Proyecto celulosa OCDE

De modo esquemático se ha preocupado de las siguientes materias:

- . Estudiar la química de los residuos lignocelulósicos naturales y despues de sufrir algún tratamiento.
- . Estudiar la degradación microbiana: colonización de la pared celular.
- . Estudio de los productos finales en el metabolismo microbiano.
- . Posibilidades de manipulación de microorganismos. Ingeniería genética.
- . Efectos físicos de la pared celular en nutrición animal.
- . Optimizar el contenido en pared celular de los piensos compuestos.
- . Métodos de evaluación del valor de la fibra.
- . Establecimiento de colonias microbianas en rumen.
- . Manipulación genética de los microorganismos del rumen.
- . Defaunación del rumen.

### b) Proyecto de la DG-VI (CEE) Energía en la Agricultura<sup>1</sup>

La paja como fuente de energía . Las conclusiones de un reciente estudio del grupo de trabajo pueden esquematizarse:

---

<sup>1</sup> Dicho grupo se interacciona con el "Straw Contact Group" de la DG-XII.

- . El uso de la paja en agricultura es estable y en descenso. Valora las diferencias regionales.
- . Los dos tercios de la paja producida es recogida, al menos en la antigua CEE de los diez.
- . Los principales usos son como alimento y cama para el ganado.
- . La aplicación de los excedentes tienen fuertes barreras tecnológicas. Se sugiere:
  - . como combustible, en uso directo de pequeñas industrias.
  - . como alimento para el ganado:
    - . crear variedades con mayor proporción de limbos.
    - . preconizar el uso de la planta entera a medida que el precio del cereal desciende.
    - . los tratamientos químicos no han encontrado una vía económica de penetración.
    - . tratamientos biológicos (futuro).
  - . Tecnología para reincorporación al suelo.

c) Proyectos Cost 84-bis

"Uso de residuos lignocelulósicos en alimentación animal", habiendo añadido para el quinquenio 1989-92 "y como materia prima de la industria".

En su etapa 1984-88 el proyecto prestó atención a la alimentación animal y en varias vías. En estos momentos se buscan nuevos caminos.

En su programa futuro, todavía en preparación se contempla:

- . Enzimología de la rotura de enlaces.
- . Bioprocesado del estado sólido
- . Micromorfología de la pared celular.
- . Nuevos métodos de análisis para evaluar productos de degradación.
- . Desarrollo de tratamientos biológicos.
- . Desarrollo de tratamientos biológicos y/o químicos para producir alimentos para monogástricos y rúmiantes.

c) Otros programas

El mismo programa ECLAIR (DG-XII) de pronta aprobación, con proyectos - promovidos por la empresa privada, sugieren temas de planta entera de cereal - para alimentación y uso de paja.

El programa de investigación biotecnológica (DG-XII) contempla posibles aplicaciones al procesado de residuos lignocelulósicos.

En la propia DG-VI dentro de Agrimed, sin existir ningún grupo especial sobre el tema, si se ha contemplado dentro de "Recursos Alimenticios", programas "Agro-Silvo-Pastoral".

La FAO ha tenido varias acciones en el tema, dentro de programas ganaderos. En los últimos años animó varios trabajos sobre residuos del olivar.

## NUESTRA VISION PERSONAL

Resulta imposible contemplar una problemática de subproductos desde posiciones tan diversas como pueden ser Suecia, India, Alemania, Argelia o España. En algunos países la paja resulta un alimento de alto precio por su escasez, - en otros es un foco de polución.

La situación española merecería un estudio en profundidad a escala incluso de regiones. Por un lado, observamos una posición netamente mediterránea con muchas épocas de escasez de recursos, en las cuales la paja tiene un valor estratégico. El mismo comercio de paja entre regiones tiene un notorio impacto-económico. Bajo este ángulo, nos inclinamos a creer que hemos de hacer todavía mucha I + D para emplear bien estos recursos: Primero saber complementar bien estas dietas de paja (los fabricantes de piensos tendrían un importante papel) y segundo profundizar con alguno de los tratamientos químicos que entiendo son viables.

Desde una segunda óptica y teniendo presente que somos parte de la Comunidad de los doce, será interesante unirnos en la vía más biotecnológica y de futuro que ya tienen iniciada algunos de nuestros socios. Finalmente nos pareció muy útil la llamada que se hizo en la última reunión Cost 84-bis de buscar, incluso dentro de cada Estado, un mayor contacto y colaboración entre científicos de diferentes disciplinas.



## DISCUSION

### Conexión investigación e industria

Se constata un divorcio entre la investigación pública y la industria privada. Falta una aclaración de los motivos de este divorcio: ausencia de confianza o riesgo por parte de la industria, falta de capacidad de la investigación o falta de conocimiento mutuo. (Faltan interlocutores sectoriales).

En este sentido se considera un error la separación de sesiones realizadas en la presente Reunión, por un lado la de industriales y por otro la de investigadores.

### Organización del sector colectivo científico

Resulta urgente la unificación del colectivo de investigadores y técnicos en una única Sociedad de Producción Animal. Su constitución debería tener en cuenta a las Sociedades existentes en este campo, propiciando su federación o disolución.

### Problemas derivados de la desorganización

La inexistencia de esta organización favorece la desinformación, la ausencia de representatividad en los comités científicos nacionales e internacionales, y la falta de apoyo a estos representantes, la falta de interlocutores con la industria y la administración, la ausencia de revistas con calidad homologable, la repetición de actividades desconectadas entre sí y la falta de iniciativas para abordar temas de importancia, entre los cuales se encuentra la valoración de alimentos. En este

sentido se señala el posible interés del Programa de transferencia de tecnología presentado en la Reunión, para trabajar en este campo.

#### Aspectos prioritarios a atender

En particular, se considera imprescindible el establecimiento de circuitos de transmisión de información, creando una oficina que reciba dicha información de los representantes en los organismos nacionales e internacionales y la envíe a los investigadores involucrados. Esta mayor información debería llevar a la presentación de proyectos de investigación coordinados a nivel nacional e internacional.

#### Promotores de la organización

A nivel nacional, se entiende que la iniciativa para el desarrollo de esta organización común debe estar en el Ministerio de Agricultura, ya que detenta el control de estos temas, aunque se desconfía del interés que pueda tener en la existencia de este interlocutor organizado. De hecho llama la atención la ausencia no justificada de representantes del mismo en esta Reunión.

A nivel internacional, se considera que el CIHEAM tiene una importante labor a realizar como elemento aglutinador.



## **APENDICES**

- a) **Comité Organizador**
- b) **Entidades Colaboradoras**
- c) **Relación de Participantes**



COMITE ORGANIZADOR

COORDINADOR: AUGUSTO GOMEZ CABRERA

SECRETARIO: EDUARDA MOLINA ALCAIDE

VOCALES: JOSE AGUILERA SANCHEZ

XAVIER ALIBES ROVIRA

JULIO BOZA LOPEZ

ANA GARRIDO VARO

JOSE ANTONIO GÙADA VALLEPUGA

JOSE EMILIO GUERRERO GINEL

JUAN PEREZ LANZAC Y MUELA

ENTIDADES COLABORADORAS

AYUNTAMIENTO DE CORDOBA

CAJA PROVINCIAL DE AHORROS DE CORDOBA

CARBUROS METALICOS

CICYT

CONFEDERACION ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE ALIMENTOS  
COMPUESTOS PARA LOS ANIMALES

CONSEJERIA DE EDUCACION Y CIENCIA. JUNTA DE ANDALUCIA

DELEGACION PROVINCIAL DE FOMENTO. JUNTA DE ANDALUCIA

DEPARTAMENTO DE FISIOLOGIA ANIMAL. ESTACION EXPERIMENTAL  
DEL ZAIDIN. (C.S.I.C.)

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL. UNIVERSIDAD DE CORDOBA

D.G.I.E.A. CONSEJERIA DE AGRICULTURA. JUNTA DE ANDALUCIA

EUROSEMILLAS, S.A.

FORRAJES Y PROTEINAS, S.A.

MONTE DE PIEDAD Y CAJA DE AHORROS DE CORDOBA

ORUJERA "EL TEJAR", S.A.

U.N.I.A.S.A.

RELACION DE PARTICIPANTES

AGORRETA, PATXI  
 INST. TECNICO Y GESTION DEL VACUNO  
 CTRA. EL SADAR, S/N. EDF. EL SARIO  
 31006 PAMPLONA NAVARRA  
 948-239762 ESPAÑA

ALIBES ROBIRA, XAVIER  
 S.I.A., D.G.A.  
 APDO. 727  
 50080 ZARAGOZA  
 976-576311 ESPAÑA

ARMADA CUESTA, TEODORO  
 NANTA (COMPRAS)  
 SANTA CRUZ DE MARCENADO 33  
 28015 MADRID  
 91-5424745 ESPAÑA

BACHA BAZ, FERNANDO  
 E.T.S.I.AGRONOMOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA  
 MADRID  
 91-2444807 ESPAÑA

BOZA LOPEZ, JULIO  
 ESTACION EXP. ZAIDIN C.S.I.C.  
 AVDA. CERVANTES S/N  
 18008 GRANADA  
 958-121011 ESPAÑA

CACERES RUIZ, MANUEL  
 AVDA. DE LA CRUZ CEBALLOS, 1 6ºA  
 14004 CORDOBA  
 957-238581 ESPAÑA

CANO CASTILLO, AURELIO  
 FORRAJES Y PROTEINAS, S.A.  
 34310 BECERRIL DE CAMPOS PALENCIA  
 988-833467 ESPAÑA

CARAVACA RODRIGUEZ, FRANCISCO  
 E.T.S.I.A.  
 AVDA. MENENDEZ PIDAL S/N, APDO.3048  
 14080 CORDOBA  
 957-294733 ESPAÑA

DIAZ-MECO ALVAREZ, MANUEL  
 DELEGACION DE AGRICULTURA  
 AVDA. MADRID, 25, 4º y 5º  
 23071 JAEN  
 953-223250 ESPAÑA

DOMINGUEZ CALVO, JOSE LUIS  
 DGIEA  
 LOS PALACIOS  
 41003 SEVILLA  
 954-865001 ESPAÑA

AGUILERA SANCHEZ, JOSE F.  
 ESTACION EXPERIMENTAL ZIDIN C.S.I.C  
 AVDA. CERVANTES S/N APDO. 419  
 18008 GRANADA  
 958-121011 ESPAÑA

ALVAREZ GARCIA, EXIQUIO  
 S.E.A.T., JUNTA DE EXTREMADURA  
 APDO. 217  
 BADAJOZ  
 924-238700 ESPAÑA

ARTACHO DEL PINO, ANTONIO  
 COOP. ORUJERA "EL TEJAR"  
 14915 EL TEJAR CORDOBA  
 957-530163 ESPAÑA

BLAS BEORLEGI, CARLOS DE  
 E.T.S.I.AGRONOMOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA  
 28071 MADRID  
 91-2444807 ESPAÑA

BUXADE CARBO, CARLOS  
 E.T.S.I.AGRONOMOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA  
 28071 MADRID  
 91-2445368 ESPAÑA

CALATAYUD CERVERA, ANTONIO  
 COPIVA S.A.  
 CAMINO MACHISTRE S/N  
 46133 MELIANA VALENCIA  
 96-1591500 ESPAÑA

CANO PECCI, JUAN LUIS  
 EUROSEMILLAS  
 RONDA DE LOS TEJARES 46  
 14008 CORDOBA  
 957-474602 ESPAÑA

CHASO CRIADO, MA ANTONIA  
 FACULTAD DE VETERINARIA  
 CTRA. TRUJILLO S/N  
 CACERES  
 927-220803 ESPAÑA

DIEZ REDONDO, ANA MARIA  
 COOPERATIVA A.G.A.  
 PLAZA SIMON BOLIVAR 14, BAJO  
 01003 VITORIA ALAVA  
 945-257411 ESPAÑA

ELORZA OLABEGOIA, MIGUEL  
 INST. TECNICO Y GESTION DEL VACUNO  
 CTRA. EL SADAR, S/N EDF. EL SARIO  
 31006 PAMPLONA NAVARRA  
 948-239762 ESPAÑA



ESPERILLA FERNANDEZ, ANDRES  
E.T.S.I.A.  
CERVANTES 12  
06200 ALMENDRALEJO BADAJOZ  
924-661317 ESPAÑA

FERNANDEZ CARMONA, JULIO  
E.T.S.I.A.  
CAMINO DE VERA S/N  
VALENCIA  
96-3615051 ESPAÑA

FERRANDO, GERMAN  
ESTACION EXP. ZAIDIN, CSIC  
AVDA. CERVANTES S/N  
18008 GRANADA  
958-121011 ESPAÑA

FLORES, ANTONIO  
NANTA  
VISTA ALEGRE 4  
28019 MADRID  
91-4724408 ESPAÑA

GALVEZ MORROS, JUAN F.  
E.T.S.I. AGRONOMOS  
CIUDAD UNIVERSITARIA  
28071 MADRID  
91-244480 ESPAÑA

GARCIA CRIADO, BALBINO  
IRNA SALAMANCA  
APDO. 257  
SALAMANCA  
923-219606 ESPAÑA

GARCIA VIÑAO, AGUSTIN  
FABRICA DE SAN CARLOS S.A.  
POBLACION DE S. CARLOS S/N  
11100 SAN FERNANDO CADIZ  
ESPAÑA

GOMEZ ABAN, GONZALO  
PIPENSA  
CTRA. DOS HERMANAS, APDO. 74  
41700 DOS HERMANAS SEVILLA  
954-720450 ESPAÑA

GOMEZ CABRERA, AUGUSTO  
E.T.S.I.A.  
AVDA. MENENDEZ PIDAL S/N, APDO.3048  
14080 CORDOBA  
957-294733 ESPAÑA

GOMEZ TORRENS, JAIME  
DGAGM, JUNTA DE ANDALUCIA  
AVDA. BLAS INFANTE, 8, 8º  
41011 SEVILLA  
954-451022 ESPAÑA

GONZALEZ GONZALEZ, VICENTE  
INST. DE ALIMENTACION ANIMAL, CSIC  
CIUDAD UNIVERSITARIA  
28071 MADRID  
91-4492300 ESPAÑA

FAURAT, JORDINA  
LABORATORIO AGRARIO CABRIL  
CTRA. DESL CABRIL S/N  
08348 CABRIL BARCELONA  
93-7530211 ESPAÑA

FERNANDEZ PEÑA, JOSE MARIA  
DELEGACION DE AGRICULTURA  
PASEO DE LA VICTORIA 27, 6º  
14004 CORDOBA  
957-292325 ESPAÑA

FIESTAS ROS DE URSINOS, JOSE A.  
INSTITUTO DE LA GRASA, CSIC  
AVDA. PADRE GARCIA TEJERO 4  
41012 SEVILLA  
954-611550 ESPAÑA

FONDEVILLA CAMPS, MANUEL  
FACULTAD DE VETERINARIA  
MIGUEL SERVET 177  
50013 ZARAGOZA  
976-413388 ESPAÑA

GALVEZ RAMIREZ, CANDIDO  
E.T.S.I.A.  
AVDA. MENENDEZ PIDAL S/N, APDO.3048  
14080 CORDOBA  
957-294733 ESPAÑA

GARCIA DE DIEGO BOTAS, J. ANTONIO  
COVAP  
DR. OCHOA 2  
14400 POZOBLANCO CORDOBA  
957-100699 ESPAÑA

GARRIDO VARO, ANA  
E.T.S.I.A.  
AVDA. MENENDEZ PIDAL S/N, APDO.3048  
14080 CORDOBA  
957-294733 ESPAÑA

GOMEZ ALAMO, JOSE  
SANIDAD ANIMAL  
HERMANOS MACHADO S/N  
04004 ALMERIA  
951-240111 ESPAÑA

GOMEZ TORRE, FERNANDO  
FACULTAD DE VETERINARIA  
GRAN VIA PARQUE 61, 6 IZQDA.  
14005 CORDOBA  
957-231489 ESPAÑA

GONZALEZ MENDEZZ, MANUEL  
GRAN VIA 68, 1º  
28013 MADRID  
91-5420505 ESPAÑA

GUADA VALLEPUGA, JOSE A.  
FACULTAD DE VETERINARIA  
MIGUEL SERVET 177  
50013 ZARAGOZA  
976-413388 ESPAÑA

GUERRA RODRIGUEZ, FRANCISCO  
FACULTAD DE VETERINARIA  
AVDA. MEDINA AZAHARA  
14005 CORDOBA  
957-413100 ESPAÑA

GUZMAN GUERRERO, JOSE LUIS  
E.T.S.I.A.  
AVDA. MENENDEZ PIDAL S/N, APDO.3048  
14080 CORDOBA  
957-294733 ESPAÑA

JIMENEZ SECILLA, ANTONIO  
DELG. AGRICULTURA, DESAR. GANADERO  
PLAZA DEL PUNTO, 1 3º  
21003 HUELVA  
955-248022 ESPAÑA

JURADO BARRIENTOS, PURIFICAC.  
FACULTAD DE VETERINARIA  
AVDA. MEDINA AZAHARA  
14005 CORDOBA  
957-413100 ESPAÑA

LAUZURICA ORTIZ DE URBINA, JAVIER  
DIPUTACION FORAL DE ALAVA  
ARABAKO FORU ALDUNDIA. APDO. 12  
VITORIA ALAVA  
945-254000 ESPAÑA

MEDINA MEDINA, JOSE  
DGIEA  
APDO. 14  
14270 HINOJOSA DEL DUQUE CORDOBA  
957-140745 ESPAÑA

MEMBRILLO MORENO, JULIAN  
SEAT  
SAN VICENTE 41, APDO. 217  
06004 BADAJOZ  
924-238700 ESPAÑA

MOLINA ALCAIDE, EDUARDA  
ESTACION EXP. DEL ZAIDIN, CSIC  
AVDA. CERVANTES S/N  
18008 GRANADA  
958-121011 ESPAÑA

MOTTA FERREIRA, WALTER  
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID  
C/DE NARCISO SERRA 34, 1ºF  
28007 MADRID  
91-5529144 ESPAÑA

MURCIA, FRANCISCO  
PIENSOS ALCALA JAEN S.A. (ALJASA)  
CTRA. DE MONTEFRIO 46. APDO. 28  
23680 ALCALA LA REAL JAEN  
953-580250 ESPAÑA

NAVALON, JOSE LUIS  
NANTA  
VISTA ALEGRE 4, 6  
28019 MADRID

GUERRERO GINEL, J. EMILIO  
E.T.S.I.A.  
AVDA. MENENDEZ PIDAL S/N, APDO.3048  
14080 CORDOBA  
957-294733 ESPAÑA

HERRERO VALLEJO, LORENZO  
FORRAJES Y PROTEINAS S.A.  
C/FERRAZ 11, 4ºDRCHA.  
28008 MADRID  
91-2484210 ESPAÑA

JOY, MARGARITA  
S.I.A., D.G.A.  
APDO. 727  
50080 ZARAGOZA  
976-576311 ESPAÑA

LARA VELEZ, PABLO  
E.T.S.I.A.  
AVDA. MENENDEZ PIDAL S/N, APDO.3048  
14080 CORDOBA  
957-294733 ESPAÑA

LOPEZ VALDEVIRA, MAGIN  
E.T.S.I.A.  
AVDA. MENENDEZ PIDAL S/N, APDO.3048  
14080 CORDOBA  
957-294733 ESPAÑA

MEGIAS RIVAS, Mª DOLORES  
FACULTAD DE VETERINARIA  
COMPLEJO ESPINARDO  
MURCIA  
968-831750 ESPAÑA

MENA GUERRERO, YOLANDA  
E.T.S.I.A.  
AVDA. MENENDEZ PIDAL S/N, APDO.3048  
14005 CORDOBA  
957-294733 ESPAÑA

MORENO CARRETERO, JOSE  
UNIASA  
CAMINO DEL PURCHIL S/N  
18004 GRANADA  
958-280800 ESPAÑA

MUÑOZ, FERNANDO  
SIA, DGA  
APDO. 727  
50080 ZARAGOZA  
976-576311 ESPAÑA

MURRIENDO LARREA, JESUS  
COOPERATIVA BEHI-ALDE  
APDO. 44  
20500 MONDRAGON GUIPUZCOA  
943-788166 ESPAÑA

NEFZAQUI, ALI  
ECOLE SUPERIEURE D'HORTICULTURE  
4042 SOUSSE CHOT MARIEM  
TUNES

91-4724408 ESPAÑA

OPPELT GIMENEZ, JOSE LUIS  
E.U.I.T.A.  
CORTIJO DEL CUARTO  
41071 BELLAVISTA SEVILLA  
ESPAÑA

PASCUAL PASCUAL, ROSARIO  
FACULTAD VETERINARIA  
CTRA. TRUJILLO S/N  
CACERES  
927-220803 ESPAÑA

PEDRO SANZ, E. DE  
E.T.S.I.A.  
AVDA. MENENDEZ PIDAL S/N, APDO.3048  
14080 CORDOBA  
957-294733 ESPAÑA

PIAT, DANIEL  
ZWYX  
GENERAL MARTINEZ CAMPOS 42, DDO. 59  
28010 MADRID  
91-4106701 ESPAÑA

PULGAR GUTIERREZ, M<sup>a</sup> ANGELES  
FACULTAD DE VETERINARIA  
COMPLEJO ESPINARDO  
MURCIA  
968-831750 ESPAÑA

RAMALHO RIVEIRO, JOAO  
E.Z.N.  
FONTEBOA  
PORTUGAL

RAMIREZ MARTINEZ, MANUEL  
LLANA 16  
06920 AZUAGA BADAJOZ  
924-890261 ESPAÑA

RAMOS CORMENZANA, ALBERTO  
FACULTAD DE FARMACIA  
18001 GRANADA  
958-274113 ESPAÑA

RIGALT, FRANCISCO  
ETSIA  
AVDA. MENENDEZ PIDAL S/N, APDO.3048  
14080 CORDOBA  
957-294733 ESPAÑA

RIVAS ANTON, ROSARIO  
DIPUTACION PROVINCIAL DE BADAJOZ  
BADAJOZ  
924-233558 ESPAÑA

RODRIGUEZ CASTAÑON, IGNACIO  
CIDA, DGIEA  
ALAMEDA DEL OBISPO S/N

ORTIZ SOMOVILLA, VICTOR  
INIA, DGIEA, JUNTA DE ANDALUCIA  
ALAMEDA DEL OBISPO S/N  
14004 CORDOBA  
957-293333 ESPAÑA

PEDAUYE RUIZ, JULIO JOSE  
CONSJ. AGRICULTURA GANADERIA PESCA  
JUAN XXIII  
30201 MURCIA  
968-240211 ESPAÑA

PERICET BLANCO, MANUEL  
E.T.S.I.A.  
AVDA. MENENDEZ PIDAL S/N, APDO.3048  
14080 CORDOBA  
957-294733 ESPAÑA

PIERA, MARC  
UNIASA  
CAMINO DEL PURCHIL S/N  
18004 GRANADA  
958-280800 ESPAÑA

PURROY UNANUA, ANTONIO  
S.I.A., D.G.A.  
APDO. 727  
50080 ZARAGOZA  
976-576311 ESPAÑA

RAMIREZ GARCIA, PEDRO  
JUAN MONTILLA 43  
23002 CORTINAS JAEN  
953-253208 ESPAÑA

RAMOS AYERBE, FELIX  
COOPERATIVA ORUJERA INTERPROVINCIAL  
14915 EL TEJAR CORDOBA  
957-530163 ESPAÑA

REJA SANCHEZ, ANTONIO  
FACULTAD DE VETERINARIA  
AVDA. MEDINA AZAHARA  
14005 CORDOBA  
957-413100 ESPAÑA

RIO MATEOS, MANUEL DEL  
DGAGM, JUNTA DE ANDALUCIA  
AVDA. BLAS INFANTE 8  
41011 SEVILLA  
954-451022 ESPAÑA

ROBRES, ANTONIO  
NANTA  
VISTA ALEGRE 4  
28019 MADRID  
91-4724408 ESPAÑA

ROMERA GIMENEZ, RAMON  
RAMON ROMERA-PIENSOS NUTROTON  
SIERRA DE BAZA 2

14004 CORDOBA  
957-293333 ESPAÑA

ROMERA GIMENEZ, VICTORIA  
RAMON ROMERA-PIENSOS NUTROTON  
SIERRA DE BAZA 2  
18800 GRANADA  
958-700059 ESPAÑA

SAN JUAN PAJARES, LUIS DAVID  
E.T.S.I.A.  
CORAZON DE MARIA 43  
28502 MADRID  
91-4161836 ESPAÑA

SANTANA RODRIGUEZ, J. MANUEL  
FACULTAD DE VETERINARIA  
AVDA. MEDINA AZAHARA  
14005 CORDOBA  
957-413100 ESPAÑA

SEGUI I PARPAL, ANTONIO  
DPTO. AGRICULTURA GANADERIA Y PESCA  
CORCEGA, 329, 69  
08037 BARCELONA  
93-2379700 ESPAÑA

SUGRAÑEZ SERRANO, RAFAEL  
INDEGASA  
CTRA.UBEDA-BAEZA KM 4,5 (BAEZA)  
23440 UBEDA JAEN  
953-741010 ESPAÑA

VAN DER MEER, JOS  
IVVO  
RUNDERWEG 2, P.O. BOX 160  
8200 AD LELYSTAD  
3200-22514 HOLANDA

VILLAMIDE, M<sup>a</sup> JESUS  
SOCIEDAD COOPERATIVA A.G.A.  
C/SIMON BOLIVAR 16  
01003 VITORIA ALAVA  
945-257412 ESPAÑA

ZULAICA, JACINTO  
INST. TECNICO Y GESTION DEL VACUNO  
CTRA. EL SADAR S/N EDIF. EL SARIO  
31006 PAMPLONA NAVARRA  
948-239762 ESPAÑA

18800 BAZA GRANADA  
958-700059 ESPAÑA

SALVATIERRA DONANTES, JOSE B.  
SERVICIO EXTENSION AGRARIA  
TOMAS DE AQUINO 1  
CORDOBA  
957-239172 ESPAÑA

SANCHEZ ALARCON, MANUEL  
LAB. AGRARIO REGIONAL  
ALAMEDA DEL OBISPO S/N  
14004 CORDOBA  
957-299122 ESPAÑA

SANZ PAREJO, EMILIANO  
U.P.C. (E.T.S.I.A.L.)  
ALCALDE ROVIRA ROURE, 177  
25006 LERIDA  
973-246754 ESPAÑA

SERRADILLA MANRIQUE, J. MANUEL  
E.T.S.I.A.  
AVDA. MENENDEZ PIDAL S/N, APDO.3048  
14080 CORDOBA  
957-294733 ESPAÑA

TARIN FORTEA, J. FRANC.  
COPIVA S.A.  
CAMINO MACHISTRE S/N  
46133 MELIANA VALENCIA  
96-1591500 ESPAÑA

VERA Y VEGA, ALFONSO  
FACULTAD DE VETERINARIA  
AVDA. MEDINA AZAHARA  
14005 CORDOBA  
957-413100 ESPAÑA

ZAMORA LOZANO, MIGUEL  
E.T.S.I.A.  
AVDA. MENENDEZ PIDAL S/N, APDO.3048  
14080 CORDOBA  
957-294733 ESPAÑA







