

# **CRITERIOS DE UTILIZACION DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES EN LA ALIMENTACION DE RUMIANTES**



**JOSE GASA y CARLOS CASTRILLO**

Depto. de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos,  
Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.  
C/ M. Servet, 177. 50013 Zaragoza.



---

## **CRITERIOS DE UTILIZACION DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES EN LA ALIMENTACION DE RUMIANTES**

Cualquier intento de potenciar la producción ganadera requiere, entre otros aspectos, realizar un aprovechamiento racional de los recursos alimenticios existentes. Entre estos recursos se ha prestado últimamente especial consideración a los subproductos agroindustriales, cuya disponibilidad y precio los convierten en productos atractivos, especialmente en aquellas zonas donde los forrajes naturales son insuficientes. En la actualidad, además, el interés por su aprovechamiento no es sólo de carácter económico, sino también ecológico, debido a que el incremento de la producción de residuos vegetales de cultivo, de excretas animales y de residuos de las industrias conserveras y de transformación ocasiona un problema de contaminación ambiental importante.

Entendemos por subproductos agroindustriales los residuos sólidos o semisólidos originados en la actividad agraria, derivados de la recolección del producto principal o procedentes de alguno de los eslabones de la cadena de su manufacturación industrial. De entre todos, nos ocuparemos sólo de aquellos que por su producción estacional, localizada y perecedera, su dificultad de manejo y la variabilidad en la composición, no son fácilmente comercializables, y su empleo sistemático en la alimentación de rumiantes es difícil por la escasez de conocimientos científicos y técnicos de su valor nutritivo y posibilidades de su utilización. Salvo indicación expresa, no nos referiremos a los de uso muy generalizado en alimentación animal, como son las pajas de cereales y leguminosas, harinas de origen animal y tortas vegetales y residuos de la molienda de granos de cereales.

Según datos del Anuario de Estadística Agraria y algunos trabajos de investigación, se puede estimar la producción nacional del primer grupo de recursos al que hemos hecho referencia en casi  $6,0 \times 10^6$  tm de materia seca por año. Alrededor del 50 por 100 correspondería a excretas y camas de aves, el 40 por 100 a



subproductos del olivo y de la vid y el resto a residuos de la recolección e industrialización de frutas y hortalizas.

En este trabajo se considera la composición química y valor nutritivo potencial de estos subproductos, haciendo especial referencia a la dificultad de estimación de estas características y a la problemática y limitaciones que conlleva su correcta utilización en la alimentación de los rumiantes.

## COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRITIVO

El conocimiento de la composición química de los alimentos permite realizar una caracterización de los mismos y también predecir con un grado de precisión variable el contenido en materiales digestibles, indicador fundamental del valor nutritivo.

La heterogeneidad del producto final que se persigue y la continua renovación tecnológica que se incorpora a los procesos de obtención de la mayoría de estos subproductos hace que dentro de una misma denominación se incluyan materias que pueden diferir en sus características físicas y químicas. La denominación de estos subproductos contribuye, pues, a crear confusión cuando se pretende hacer un análisis crítico de los resultados de composición química y valor nutritivo disponibles en la bibliografía. En efecto, podemos encontrar, por ejemplo, subproducto de tomate constituido mayoritariamente por pieles y pedúnculos cuando el producto manufacturado a obtener es tomate pelado y/o triturado, o incluyendo además cantidades importantes de semillas y algo de pulpa cuando procede de la producción de tomate concentrado. Asimismo, es de todos conocido que existen distintos tipos de orujo de aceituna, extractado por presión o con solventes, con o sin hueso, según el proceso tecnológico aplicado.

La tabla 1 recoge los *rangos de variación en composición química y digestibilidad de la materia orgánica* encontrados para el orujo de aceituna y residuo de tomate en sendas revisiones bibliográficas. Se observa que el *rango es pequeño, con respecto a la media*, en lo que se refiere al contenido en materia orgánica (5-8 por 100) importante en lo referente a su digestibilidad (26-50 por 100) y muy grande (incluso superior al 100 por 100) para la

proteína bruta, fibra bruta y extracto etéreo (1). En ambos casos, el origen botánico del olivo y de la planta de tomate, en cuanto que determinan el tipo y calidad del fruto, constituyen un primer factor de variación. En efecto, las proporciones relativas y composición del fruto en tegumentos, pulpa y hueso en las aceitunas o semillas en el tomate, tienen un efecto directo sobre el subproducto que se genera. A la del origen botánico habría que añadir la variación derivada del estado de madurez del fruto en el momento de la recolección y del método empleado para llevarla a cabo.

**Tabla 1**  
**VARIABILIDAD EN LA COMPOSICION QUIMICA Y**  
**DIGESTIBILIDAD DE DOS SUBPRODUCTOS DE IGUAL**  
**DENOMINACION (% DE LA MATERIA SECA)**

	Orujo de aceituna	Residuo de tomate
Materia organica (MO) .....	90-97	92-97
Proteína bruta (PB) .....	5-14	19-25
Fibra bruta (FB) .....	15-50	15-38
Extracto etéreo (EE) .....	4-30	6-20
Digestibilidad materia orgánica .....	32-54	52-68

Otro ejemplo claro de variabilidad de materias presentadas bajo una misma denominación o similar se recoge en la tabla 2, en la que se observa que el contenido energético del ramón de olivo está inversamente relacionado con la proporción de madera que contiene, aun cuando las diferencias en composición química no son de gran magnitud.

Otro factor de variación fundamental lo constituye el proceso de industrialización, sobre todo en lo que se refiere a las condiciones de presión, temperatura, humedad y tiempo de actuación a lo largo de la cadena de procesado. Así, por ejemplo, el contenido en extracto etéreo del orujo de aceituna generado en prensas de extracción, o el de carbohidratos solubles en la pulpa de manzana o cítricos, depende directamente del tipo de prensa empleada y concretamente del grado de molturación del producto, presión ejercida y el tiempo de actuación.

· (1) Extracto etéreo (E. E.) = Grasa Bruta.



**Tabla 2**  
**COMPOSICION QUIMICA Y VALOR ENERGETICO ESTIMADO**  
**(Mcal EM/Kg MS) DE LAS HOJAS Y EL RAMON DE OLIVO**

	MS (%)	% MS			EM
		MO	PB	FB	
Hoja verde .....	58	94	13	17	2,06
Hoja seca (HS) .....	96	95	11	18	1,60
HS + 8,8 % madera .....	87	91	8	19	1,28
HS + 22,6 % madera .....	93	92	8	21	1,06

La aplicación de altas temperaturas, en particular cuando se conjugan con humedad (cocción por inmersión o al vapor), puede ayudar a mejorar la digestibilidad total del subproducto y colabora decididamente a desactivar posibles principios tóxicos o antinutritivos, pero entraña el riesgo de reducir considerablemente la digestibilidad de las proteínas.

La mayoría de estos subproductos son de producción estacional y perecederos, lo que obliga a someterlos a un proceso de conservación que también tendrá su efecto sobre la composición química y valor nutritivo del subproducto en cuestión. Bastarán unos pocos ejemplos para comprender su importancia. El subproducto de guisante, constituido por la mata entera, las vainas y una proporción pequeña, aunque variable, de semillas, se genera durante los meses de mayo, junio y julio; si se obtiene directamente en el campo con trilladora parece lógico henificarlo, pero cuando se obtiene en fábrica es más aconsejable ensilarlo. Las pulpas de cítricos o de manzana, si bien pueden deshidratarse artificialmente para ser incluidas en piensos concentrados, ni el coste ni los medios tecnológicos necesarios para llevar a cabo esta operación están al alcance de la mayoría de los ganaderos, por lo que el ensilado sería el método de conservación elegido. El ensilado de estos subproductos es fácil y barato, ya que ni siquiera hace falta cubrir el silo para procurar anaerobiosis, pero las fermentaciones propias del proceso modifican la composición del producto original y generan cantidades importantes de alcoholes que pueden ser perjudiciales para el animal que los consuma.

---

Finalmente, de la tabla 2 se desprende que la hoja de olivo consumida en verde posee un contenido energético similar a un heno de calidad media (2) (2,1 Mcal EM/kg MS), mientras que en seco es sólo comparable a una paja (1,6 Mcal EM/kg MS).

Por todo lo comentado hasta ahora el valor nutritivo real de este tipo de recursos se aleja en muchos casos de los datos que figuran en las tablas. La solución a este problema estaría, de una parte, en emplear tablas que atiendan no sólo a la denominación genérica del subproducto, sino también a la descripción de su origen, características físicas y proceso tecnológico de obtención; de otra, en confeccionar ecuaciones de predicción que permitan estimar el valor nutritivo de estos alimentos a partir de la determinación de composición química u otros índices de fácil obtención en el laboratorio. Esta última solución requiere un esfuerzo inicial de investigación que permita definir las ecuaciones y a continuación la posibilidad de realizar de forma rápida, barata y sistemática los análisis de laboratorio pertinentes.

Existen ya algunas ecuaciones de este tipo como las destinadas a estimar la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) de subproductos de la industria hortofrutícola:

$$\text{DMO (\%)} = 11,42 + 0,855 \text{ DiV (3) (\% en la MS); } R^2 \text{ (4)} = 0,87; \\ \text{RSD (5)} = \pm 4,62$$

o bien,

$$\text{DMO (\%)} = 107,01 - 0,963 \text{ FAD (\% de la MS); } R^2 = 0,66; \\ \text{RSD} = \pm 7,66$$

De este modo se puede estimar con bastante precisión el contenido en energía metabolizable (EM) de un subproducto de este grupo, conociendo su contenido en materia seca (MS), materia orgánica (MO) y digestibilidad «in vitro» (DiV), o, en su defecto, la fibra ácido detergente (FAD), ya que:

---

(2) E. M. = Energía metabolizable = Energía bruta aportada con el alimento menos la energía perdida en las heces, orina y en forma de metano.

(3) DiV = Digestibilidad «in vitro» obtenida tras la incubación de la muestra en líquido de rumen y pepsina.

(4)  $R^2$  = Coeficiente de determinación.

(5) RSD = Desviación estándar residual.



$$\text{EM (Kcal/kg MS)} = \text{MO (\% de la MS)} \times \text{DMO (\%)} \times 0,365$$

Si al análisis de MS, MO y FAD le añadimos el de proteína bruta (PB), todos rutinarios en cualquier laboratorio bromatológico, disponemos de los datos suficientes para obtener una buena estimación del valor nutritivo de estos alimentos para los rumiantes (MS, EM y PB).

Con todo, esta solución no parece factible ni generalizable a corto plazo, y en su defecto se recomienda al técnico y ganadero la utilización de tablas lo más completas posible, como las publicadas recientemente por el CIHEAM (Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos). La tabla 3 recoge valores medios de composición química y valor nutritivo que son meramente orientativos y en ningún caso deben considerarse fiables para ser aplicados a una muestra específica. Estos valores, sin embargo, nos servirán de referencia para abordar el siguiente capítulo del trabajo.

Otra característica importante que condiciona el valor nutritivo real de cualquier alimento es su ingestibilidad o cantidad de materia seca consumida por un animal cuando se le ofrece a voluntad. La ingestión voluntaria de estos subproductos, ofrecidos en dietas equilibradas, sigue una pauta similar a la de forrajes y recursos convencionales de composición química y valor nutritivo semejante, si bien el factor apetecibilidad, relacionado con los caracteres organolépticos (olor, color, sabor...), puede tener en ocasiones un efecto determinante.

Finalmente hay que señalar que, además del valor energético y proteico y la ingestibilidad, el contenido en minerales, vitaminas y otros principios químicos afecta también al valor nutritivo, en especial cuando puede dar lugar a alteraciones digestivas o metabólicas que perjudiquen a la producción. Es el caso del elevado contenido en ciertos minerales de algunos subproductos (cobre en excretas de aves o potasio en alpechines o melazas de almazara) o, por ejemplo, el del elevado contenido en extracto etéreo o grasa bruta del subproducto del pimiento que, representando un mínimo del 10 por 100 de su MS, está constituido en gran medida por pigmentos y colorantes que carecen de valor nutritivo

para el animal, pero pueden ocasionar problemas digestivos o hasta quizá alterar la calidad comercial de los productos ganaderos que se obtengan.

**Tabla 3**  
**VALORES ORIENTATIVOS DE COMPOSICION QUIMICA Y**  
**VALOR NUTRITIVO DE ALGUNOS SUBPRODUCTOS**  
**AGROINDUSTRIALES DE INTERES PARA LA ALIMENTACION**  
**DE LOS RUMIANTES**

Grupo		MS	MO	PB	FB	EE	EM
	<b>EXCRETAS ANIMALES</b>						
3-3	Cama de broilers .....	84,7	85,0	31,3	16,8	3,3	2,07
3-3	Ponedoras en batería .....	89,7	72,0	28,0	12,7	2,0	1,62
	<b>SUBPRODUCTOS DEL OLIVO Y DE LA VID</b>						
3-1	Orujo de aceituna .....	89,5	95,6	6,8	44,2	11,5	1,13
3-2	Alpechines .....	50,8	85,7	3,9	0,1	0,8	2,48
3-1	Ramón olivo verde .....	68,0	90,0	10,7	24,5	11,2	2,13
3-1	Ramón olivo seco .....	89,3	91,6	11,0	25,8	6,0	1,53
3-1	Orujo de uva .....	90,5	94,7	8,5	26,3	-	1,19
-	Sarmientos de vid .....	60,5	94,9	6,0	33,6	-	-
	<b>SUBPRODUCTOS DE CONSERVERIA DE HORTALIZAS</b>						
3-3	Pulpa de tomate .....	45,5	95,5	19,1	41,6	14,6	1,89
3-3	Pimiento .....	17,5	93,2	18,6	38,1	13,3	2,02
3-1	Guisante fresco .....	26,5	88,4	11,7	22,2	2,3	2,36
3-1	Guisante heno .....	87,7	88,6	13,4	23,2	2,1	2,20
3-1	Guisante ensilado .....	28,2	82,3	12,0	24,3	3,2	2,06
3-1	Alcachofa fresca .....	12,4	94,5	15,0	26,2	2,5	2,51
3-1	Alcachofa ensilada .....	17,0	93,5	14,7	35,2	4,1	2,42
3-1	Coliflor .....	14,9	81,1	12,0	24,3	5,8	2,61
	<b>SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIALIZACION DE FRUTAS</b>						
3-2	Pulpa cítricos fresca .....	19,7	94,8	7,2	10,9	3,0	2,82
3-2	P. cítricos deshidr. ....	90,0	95,0	8,3	12,4	3,3	2,95
3-2	Pulpa manzana fresca .....	20,5	97,5	4,5	18,5	3,3	3,02
3-2	P. manzana ensilada .....	18,9	96,6	6,7	25,4	6,7	2,72
	<b>OTROS SUBPRODUCTOS</b>						
3-2	Peladura de almendra .....	86,6	88,6	6,1	18,3	-	1,63
3-2	Melazas remolacha .....	75,0	93,1	4,7	0,3	0,3	3,08
3-3	Bagazo cervceria .....	32,5	94,7	26,9	15,1	5,6	2,43
3-1	Cáscara de girasol .....	91,0	97,5	4,5	55,0	2,5	0,85
3-1	Semilla de algodón .....	91,0	95,3	24,0	21,0	22,0	3,80

MS, Materia seca (%); MO, Materia orgánica (% de la MS); PB, Proteína bruta (% de la MS); FB, Fibra bruta (% de la MS); EE, Extracto etéreo (% de la MS); EM, Energía metabolizable (Mcal/kg MS).



Fig. 1.-Vacuno de leche en estabulación libre consumiendo subproductos agrícolas.



Los subproductos abarcan todas las características posibles que se pueden encontrar en los alimentos convencionales (forrajes y concentrados), por lo que los criterios generales de valoración son similares y deben atender a su valor energético, su valor proteico y la cantidad máxima que de ellos pueden consumir los animales o ingestión voluntaria. En este sentido, aunque la información disponible es todavía insuficiente y en ocasiones confusa, la interpretación adecuada de los datos existentes facilita el empleo racional de estos recursos para la alimentación de los rumiantes.

## **PAUTAS DE UTILIZACION: PROBLEMÁTICA Y LIMITACIONES**

Existen dos procedimientos generales de utilización de estos subproductos para la alimentación animal. En el primero, el subproducto es sometido a un proceso tecnológico industrial (secado o deshidratado, molido, homogeneizado, mezclado con otros ingredientes, etc.) y comercializado como tal o incorporado en piensos compuestos. A través de este método, fomentado en



Fig. 2.—Piensos obtenidos de diversos productos agrícolas que han sido sometidos a procesos tecnológicos.

los últimos años por la Administración, se han utilizado cantidades importantes de subproductos del olivo (orujo de aceituna, hoja de olivo, etc.) y también pulpa de cítricos, remolacha y otros. Este método no suele entrañar riesgos que comprometan la producción ganadera ni provoca complicaciones de manejo en la granja, pero deja poca capacidad de maniobra al ganadero, ya que la decisión final de su utilización está determinada por el precio del producto en comparación al de otros alimentos alternativos.

La utilización directa en granja de los subproductos constituye el segundo método que presenta problemas de obtención y recogida, transporte, conservación y administración a los animales. Es obvio, pues, que hay que disponer de un cierto nivel de mano de obra y/o mecanización y que el riesgo que asume el ganadero es superior, pero no es menos cierto que la rentabilidad económica que puede obtener puede también ser más alta. A esta posibilidad dedicaremos el resto del artículo.

Algunos subproductos procedentes del residuo de cosechas de hortalizas pueden ser utilizadas «insitu» mediante pastoreo, vi-



Figs. 3 y 4.—Vista general de un campo de residuos de coliflor antes y después de ser pastoreado por ovejas.

---

niendo su uso limitado tanto por el tiempo como por la localización de la cosecha.

Para tomar la decisión de incorporar un subproducto a una dieta para rumiantes sometidos a un determinado sistema de producción, y antes de recurrir a criterios de carácter fisiológico y nutritivo referidos al máximo nivel de incorporación y precauciones a tener en cuenta en su administración, el técnico o ganadero ha de atender a criterios económicos de la empresa. Entre las cuestiones a considerar destacan:

1. Relación precio/valor nutritivo del subproducto: En general el precio en origen es bajo, pero los gastos de transporte y manejo pueden no hacerlo rentable. El primer parámetro que hay que considerar es el contenido en materia seca; cuanto mayor es el porcentaje de agua, mayor resulta el coste por kilo de materia seca o unidad de valor nutritivo, debido a que el agua carece de valor nutritivo y se precisa un gasto suplementario de transporte y manejo. Además, contenidos en materia seca inferiores al 50 por 100 obligan a utilizar alguna forma de conservación, con los costes y pérdidas que ello conlleva, o a su uso casi inmediato. De hecho, la utilización rentable de muchos de estos subproductos se restringe a explotaciones próximas a los lugares donde se generan. Otro factor a tener en cuenta es la contaminación por el suelo, derivado del método de recogida en el campo de algunos subproductos, que también supone una reducción del valor nutritivo por unidad de peso. El subproducto se utilizará sólo cuando su coste por unidad de energía metabolizable y/o proteína resulte inferior al de otros productos alternativos. Evidentemente, para una toma de decisión en este sentido es necesario estimar de alguna de las formas anteriormente comentadas (tablas o análisis y ecuaciones de predicción) el contenido energético y proteico del subproducto a utilizar.

2. Nivel de mecanización y disponibilidad de mano de obra de la empresa ganadera: La mayoría de estos subproductos se introducen en las dietas en proporciones moderadas que difícilmente sustituyen en su totalidad a un ingrediente importante de



la ración. Incluso cuando pueden introducirse en cantidades importantes, en ocasiones es conveniente modificar la pauta clásica de administración de la dieta para procurar su óptimo aprovechamiento y evitar problemas digestivos. Todo ello obliga a dedicar mano de obra suplementaria a labores de manejo y administración del alimento o bien disponer de un cierto grado de mecanización como, por ejemplo, el remolque «uni-feed».

3. Riesgos de contaminación y salubridad del subproducto: En ocasiones estos productos vienen contaminados con elementos propios de la cadena de producción (hojalata, cristal, trozos de acero, etc.) que pueden ocasionar accidentes en el animal que los consuma, o bien pueden contener productos químicos y farmacéuticos (compuestos naturales como alcaloides, gossipol, etc.; restos de pesticidas en hortalizas y frutas; coccidiostáticos y antibióticos en cama de aves, etc.) e incluso agentes vivos contaminantes (hongos en hoja de olivo o peladura de almendra, etc.) que pueden provocar enfermedades. En general, estos inconvenientes no son de suficiente entidad para impedir la administración del subproducto a los animales, pero puede constituir un criterio excluyente y obligar a mantener una postura conservadora en lo que se refiere al nivel de inclusión en la dieta.

Cuando finalmente el técnico o ganadero decide administrar un determinado subproducto, es preciso conocer las limitaciones impuestas por el animal consumidor y los problemas derivados de la interacción entre el animal y el alimento. Para ello hay que recordar algunas características esenciales de los procesos de digestión en los animales rumiantes.

Los microorganismos del rumen degradan parte de la materia orgánica y de los compuestos nitrogenados de los alimentos para obtener la energía y los nutrientes necesarios para su propio desarrollo. Los productos terminales de dicho proceso son ácidos grasos volátiles, amoníaco, anhídrido carbónico y metano, que son mayoritariamente absorbidos por el propio animal (ácidos grasos), utilizados por los microorganismos para su crecimiento y proliferación (amoníaco) o expelidos mediante el eructo en el caso del metano.

---

El contenido proteico mínimo de la dieta, necesario para satisfacer las necesidades microbianas (objetivo prioritario, cualquiera que sea el nivel de producción que se desee), está directamente relacionado con el valor energético de aquélla y la degradabilidad y disponibilidad de los compuestos nitrogenados. Si asumimos que las necesidades para la síntesis microbiana son de 35 g de proteína degradable/Mcal de EM y suponemos una degradabilidad media de la proteína bruta en el rumen del 80 por 100 (equivalente a la de la mayoría de los forrajes de uso convencional), habrá que administrar un mínimo de 44 g de proteína bruta (35/0,8) por Mcal de EM ingerida para satisfacer las necesidades en nitrógeno de los microorganismos del rumen.

Por otra parte, el tipo de microorganismos que se desarrollan viene determinado por el sustrato o alimento de que disponen y las condiciones del medio ruminal a que induce su fermentación. Así, el desarrollo de la flora celulolítica se ve afectado negativamente cuando el pH del rumen desciende por debajo de 6,0, lo cual puede ocurrir cuando los animales ingieren una elevada cantidad de hidratos de carbono fácilmente fermentables (azúcares o almidones). Del mismo modo, un contenido en extracto etéreo o grasa bruta superior al 5-10 por 100 de la materia seca de la ración puede afectar de forma negativa a la flora celulolítica. La depresión de la flora celulolítica por cualquiera de las causas comentadas puede afectar de forma negativa a la utilización por el animal de los hidratos de carbono de las paredes celulares de las plantas, que en general constituyen un alto porcentaje de la materia seca de la ración de los rumiantes.

En definitiva, para llevar a cabo una correcta alimentación es necesario procurar una óptima fermentación microbiana en el rumen, de manera que al formular dietas para rumiantes debemos ocuparnos primeramente de satisfacer las necesidades intrínsecas de los microorganismos y luego de aportar la energía y los nutrientes necesarios al animal hospedador.

Antes de ocuparnos de cada subproducto en particular, es necesario establecer un criterio de clasificación con objeto de que el análisis de la problemática y limitaciones en la utilización de



estos recursos pueda ser extrapolable, al menos en parte, a subproductos no incluidos en este trabajo. Los subproductos susceptibles de ser utilizados en la alimentación de los rumiantes son cada vez más numerosos y heterogéneos. Incluso los desperdicios domésticos generados en las grandes ciudades empiezan a ser utilizados para alimentar a los animales. Basados en la relación entre la cantidad de proteína bruta ( $\text{nitrógeno} \times 6,25$ ) y el contenido energético del subproducto, se puedan clasificar estos alimentos en tres grupos: Los que poseen una relación nitrógeno/energía equilibrada, por lo que su utilización presentaría teóricamente pocos problemas; los que poseen un potencial energético superior al proteico y necesariamente han de ser suplementados con otras fuentes de nitrógeno; y finalmente aquellos que poseen un mayor potencial como fuente de proteína que de energía, en cuyo caso la naturaleza del nitrógeno será determinante del valor nutritivo del subproducto.

### **Subproductos equilibrados en su relación proteína/energía**

Este grupo incluye los subproductos 3.1 de la tabla 3. Aun cuando todos ellos presentan generalmente una relación proteína/energía teóricamente equilibrada para satisfacer las necesidades de los microorganismos del rumen, hay que distinguir entre subproductos de bajo contenido en energía y proteína (orujos de aceituna y uva, cascarilla de girasol, etc.), que no pueden ser utilizados como dieta única porque son incapaces de satisfacer las necesidades mínimas de mantenimiento de los animales, y los que presentan un valor nutritivo suficiente para satisfacer holgadamente dichas necesidades.

El orujo de aceituna, en cualquiera de sus modalidades, posee un contenido energético tan bajo, que cualquier intento de introducirlo en proporciones importantes en la dieta obligaría, primero, a mejorar su digestibilidad. Por otra parte, los orujos grasos deshuesados, que son los que presentan mayor valor nutritivo derivado de su contenido en aceite, tienen el inconveniente de enranciarse con facilidad durante el almacenamiento. La forma más usual de utilizar este subproducto es incorporarlo, en pro-



Fig. 5.—Subproductos de alcachofa ensilados.

porciones moderadas, en piensos compuestos que incluyan o no otros subproductos.

Idéntico comentario puede hacerse del orujo de uva. En este caso incluso se han hecho algunas pruebas de tratamiento con sosa para mejorar su digestibilidad, con resultados poco satisfactorios, al menos a nivel de laboratorio. Por otra parte, el alto contenido en compuestos fenólicos en general, y en taninos en particular, impiden la correcta utilización digestiva de la ya de por sí escasa proteína bruta que el subproducto posee. Por lo tanto, se aconseja utilizar estos subproductos como parte de dietas destinadas a animales en mantenimiento o producciones bajas sólo cuando su precio ofrezca ventajas económicas muy claras.

La mayoría de los subproductos de recolección e industrialización de hortalizas presentan una relación proteína/energía equilibrada, en general equivalente a la de los forrajes convencionales de calidad media. Su contenido en nitrógeno es suficiente para satisfacer las necesidades de los microorganismos del rumen y su



Fig. 6.-Subproductos de guisante en-silados.



nivel energético es igual o superior al de un heno de calidad media. La tabla 3 recoge los subproductos de guisante, alcachofa y coliflor. Estos subproductos pueden emplearse, bien como ración única para dietas de mantenimiento o de baja producción o sustituyendo todos o parte de los forrajes convencionales en dietas mixtas para producciones medias y altas.

En general, no es necesario tomar grandes precauciones a la hora de ofrecerlos a los animales. Algunos de ellos, como en el caso del subproducto de la coliflor, pueden ocasionar problemas si se administran en cantidades notables durante períodos de tiempo prolongados, al igual que ocurre con otras brassicas, debido a la presencia de factores antinutritivos, ya sean compuestos que no permiten la correcta asimilación del yodo o principios anemizantes.

En este grupo puede incluirse también la hoja de olivo fresca. Con algunas reservas respecto a su potencial como fuente de nitrógeno degradable para los microorganismos, su digestibilidad es próxima o superior al 60 por 100, aunque si se somete a



Fig. 7.-Semilla de algodón.

dsecación, su valor nutritivo se ve considerablemente reducido. El aprovechamiento se ve limitado en la práctica por la inexistencia de máquinas que faciliten las operaciones de recogida y transporte y por las dificultades que presenta su conservación.

Finalmente, dentro de este grupo podemos encontrar subproductos que teniendo una relación proteína/energía equilibrada poseen un valor energético y proteico muy alto. Es el caso de la semilla de algodón que se administra, en proporciones moderadas de la dieta (8-12 por 100 de la MS), preferentemente a animales con producciones altas (lactación). Al incluir este subproducto en la ración se consigue aportar proteína y grasa al duodeno [de naturaleza *by-pass* (6)], sin que a su paso por el rumen la primera sufra un proceso degradativo intenso y la segunda afecte negativamente a las fermentaciones.

---

(6) *By-pass* = Que pasa a través del rumen sin ser modificado de manera importante y, por tanto, llega al intestino delgado en su forma natural.



## **Subproductos de mayor potencial energético que proteico**

Nos referimos a subproductos que poseen una relación proteína/energía inferior a 44 g PB/Mcal EM, siendo el contenido en proteína bruta insuficiente para satisfacer las necesidades en nitrógeno de los microorganismos del rumen, por lo que requieren ser suplementados con nitrógeno para su correcta utilización. Pertenecen a este grupo (3-2 de la tabla 3) el tegumento de almendra, las pulpas de frutas, melazas y alpechin, entre otros.

La peladura de almendra puede administrarse en proporciones elevadas en dietas para ovino en mantenimiento, con la única precaución de suplementarla con nitrógeno degradable (p. e., urea al 1-1,5 por 100). En regímenes de producción media y alta no es aconsejable sobrepasar el 30 por 100 de la MS de la ración. Su almacenamiento es un problema complejo, ya que en general posee un excesivo contenido en materia seca para ser ensilada y su secado al aire suele ser insuficiente para evitar el enmohecimiento o la fermentación parcial del producto.

Las pulpas de frutas, al igual que las frutas de destrío de cosecha o de cámaras frigoríficas, se caracterizan por el bajo contenido en nitrógeno, lo cual exige su suplementación, y por su elevado porcentaje de hidratos de carbono rápidamente fermentables en el rumen. Esta última característica hace que, ofrecidos en cantidades excesivas o consumidos con demasiada rapidez, determinen un descenso del pH ruminal con la consiguiente reducción de la digestibilidad y la ingestión de la dieta. El déficit de nitrógeno puede cubrirse con garantías, tanto con proteína verdadera de origen vegetal como con nitrógeno no proteico (urea + azufre), aunque en ambos casos el nivel de proteína bruta de la dieta es conveniente mantenerlo un 2 ó 3 por 100 por encima del recomendado para dietas forrajeras convencionales, como consecuencia de que el escaso nitrógeno que contienen estos subproductos es además poco degradable en el rumen.

Por el tipo de fermentación que promueven, se aconseja que las pulpas de frutas no se utilicen como ración única aun cuando sean suplementadas con una fuente de nitrógeno adecuada. Se

---

utilizarán, por consiguiente, con forrajes en dietas mixtas, en general con alimentos de mayor contenido en fibra y a la máxima proporción compatible con una fermentación adecuada. Proporciones de hasta el 40 por 100 de la materia seca de la ración podrían considerarse como adecuadas si se procura que los animales las consuman integradas en una mezcla homogénea de todos los ingredientes de la dieta o escalonadamente a lo largo del día. En sistemas de alimentación convencionales es aconsejable no sobrepasar el 15-20 por 100 de la ración (equivalente a 15-20 kg de materia fresca para una vaca lechera de alta producción). En el caso de pulpas ensiladas en general y de la de manzana en particular, hay que tener en cuenta que su empleo prolongado y en cantidades elevadas puede provocar problemas hepáticos como consecuencia de su elevado contenido en alcoholes.

La utilización de melazas de remolacha y caña y alpechines o melazas de aceituna presenta la misma problemática que las pulpas de frutas, agravada, si cabe, por su menor contenido en fibra, por una mayor dificultad de almacenamiento y manejo derivada de la textura del producto, por la presencia de cantidades importantes de compuestos fenólicos que pueden interferir la fermentación ruminal o la digestión de las proteínas y por el aumento considerable de la producción de orina que originan, debido a sus altos niveles de potasio, lo cual motiva un humedecimiento excesivo de la cama. Con todo, aunque parece difícil rentabilizar la utilización sistemática a nivel de granja de estos subproductos, pueden incorporarse en las dietas a niveles de hasta el 15-20 por 100 de la materia seca. Un uso alternativo, todavía no confirmado, podría ser como conservantes naturales para el ensilado de otros subproductos o forrajes.

Como ocurre actualmente con la pulpa de remolacha y en menor medida con algunos otros subproductos, en el futuro, si los avances tecnológicos lo permiten a precios económicamente rentables y no entrañan una reducción considerable del valor nutritivo, los subproductos de este grupo podrían ser sistemáticamente desecados y comercializados como piensos concentrados.



## Subproductos de mayor potencial proteico que energético

Las excretas animales en general, y las de aves en particular, algunos subproductos de conservería, como las de tomate y pimiento, y otros como el bagazo de cervecera o cebadilla, pertenecen a este grupo (3.3 de la tabla 3). En todos ellos el factor determinante de su valor nutritivo potencial es la naturaleza del nitrógeno que contienen, que puede ser o no de origen proteico y presentar una mayor o menor degradabilidad en el rumen y digestibilidad en el intestino de la fracción no degradada.

Aproximadamente el 50 por 100 de los compuestos nitrogenados de las excretas de aves se encuentra en forma de nitrógeno no proteico y, por consiguiente, sólo pueden ser utilizados en la medida en que lo sean por los microorganismos del rumen. La estrategia de utilización se basará en el aprovechamiento de esta fuente de nitrógeno, como suplemento de alimentos deficitarios

Fig. 8.-Producto resultante del proceso de industrialización del tomate.



---

en nitrógeno y suficiente concentración energética para poder soportar las producciones deseadas, como es el caso de los cereales, el ensilado de maíz e incluso subproductos del grupo 3.2.

En condiciones experimentales, niveles de hasta el 50 por 100 de la ración no parecen presentar problemas, salvo el de la dilución de la dieta y la posibilidad de intoxicación con cobre en períodos de administración prolongados. Tampoco se han observado cambios en la composición, ni efectos sobre la palatabilidad y aceptabilidad de la carne o leche de rumiantes alimentados con excretas. No obstante, en la práctica se aconseja no sobrepasar el 15-25 por 100 de incorporación en la dieta para evitar un descenso en los índices de transformación. Por otra parte, se recomienda su deshidratación o ensilado para eliminar riesgos de patogenicidad, o su tratamiento con álcalis que, además, mejora su digestibilidad.

El residuo de tomate, con un contenido en proteína bruta de un 18-24 por 100, representa una fuente de proteína en gran parte no degradable en el rumen y aparentemente digestible en el duodeno. Además, su alto contenido en materia seca a la salida de fábrica (alrededor de 50 por 100) permite secarlo con facilidad e incorporarlo como suplemento proteico en piensos compuestos. Sin embargo, su utilización viene limitada tanto por su baja concentración energética (1,9 Mcal EM/kg MS), que diluye en exceso la dieta, como por su elevada proporción de *extracto etéreo* que puede interferir la fermentación ruminal. Por las mismas razones, administrado como parte de una dieta forrajera, es conveniente no incorporarlo en porcentajes superiores al 20 por 100 de la ración.

El subproducto del pimiento es difícil de manejar y de conservar. Administrado en fresco a ganado ovino en mantenimiento, puede representar hasta el 50 por 100 de la dieta, pero proporciones superiores pueden producir diarreas y otras alteraciones digestivas. Incluido en dietas destinadas a animales en producción podría dar lugar a alteraciones organolépticas (olor, sabor, color, etc.) de los productos obtenidos, si bien este extremo no ha sido confirmado. En cuanto a la cebadilla, es de todos conocido que es un alimento de uso habitual en alimentación de vacuno lechero.



## CONCLUSION

La información disponible acerca de la composición química, valor nutritivo y posibilidades de utilización en alimentación de los rumiantes, de los subproductos que nos ocupan, nos permite concluir que la mayoría de ellos pueden ser empleados con garantías de éxito si se atiende a criterios racionales de utilización. Mientras para algunos los límites de incorporación no difieren de aquellos que tendrían forrajes convencionales de características y valor nutritivo parecido, otros han de ser administrados en cantidades menores, que no entrañen riesgos de enfermedad y aseguren el mantenimiento del nivel de producción del rebaño. La tabla 4 recoge, a título orientativo, los niveles máximos de inclusión recomendados para los subproductos más problemáticos. Como norma general, sin embargo, se aconseja al ganadero precaución al iniciarse en el empleo de estos recursos; esto es, incluyéndolos en la ración en proporciones que no comprometan las producciones deseadas y aumentar paulatinamente esta cantidad en función de la propia experiencia.

**Tabla 4**  
**NIVELES MAXIMOS DE INCLUSION (% DE LA MS)**  
**RECOMENDADOS PARA ALGUNOS SUBPRODUCTOS EN**  
**DIETAS PARA RUMIANTES**

	Mantenimiento Reposición	Engorde	Producción de leche
Alpechines y melazas .....	20	20	10
Cama de broilers .....	25	5	2,5
Excretas de ponedoras en batería .....	25	10	5
Subp. de pimiento .....	50	?	?
Pulpas de frutas .....	40	20-30	15-20
Semilla de algodón .....	-	5-10	8-12
Tegumentos de almendra .....	80	20-30	20-30
Subp. de tomate .....	20	20	10

En cualquier caso, la decisión de emplear un subproducto, e incluso el nivel de incorporación a la dieta, dependerá no tanto de su valor nutritivo intrínseco y precauciones de utilización, sino, sobre todo, de la competitividad que presente en precio con

---

otros alimentos alternativos; en este sentido, la disponibilidad de mano de obra y/o el nivel de mecanización de la empresa ganadera tendrán un peso específico determinante.

## **BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA EN LENGUA CASTELLANA**

GOMEZ-CABRERA, A., y GARCIA DE SILES, J. L. (Edits.). 1978. *Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal-I*. ETSIA. Córdoba.

GOMEZ-CABRERA, A.; GUERRERO GINEL, J. E., y GARRIDO VARO, A. (Edits.). 1984. *Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal-II*. ETSIA. Córdoba.

GOMEZ-CABRERA, A.; MOLINO ALCAIDE, E., y GARRIDO VARO, A. (Edits.). 1989. *Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal-III*. ETSIA. Córdoba.

Institutos Agronómicos Mediterráneos. 1990. *Tablas de valor nutritivo para los rumiantes de forrajes y subproductos de origen mediterráneo-X*. ALIBES y J. L. TISSERAND (Edits.).

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1977. *Nuevos recursos forrajeros*. Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal, n.º 4. Roma.



**MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION**

INSTITUTO NACIONAL DE REFORMA Y DESARROLLO AGRARIO

DIRECCION GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS Y COOPERACION

Corazón de María, 8 - 28002-Madrid