

FUENTES DE FIBRA PARA PIENSOS DE CONEJOS

María J. Fraga, María J. Villamide, Rosa Carabaño
Departamento de Producción Animal
Universidad Politécnica, 28040 Madrid

1.- Introducción

El número de materias primas que entran a formar parte de los piensos de conejos se ha incrementado considerablemente en los últimos años. Por lo que se refiere a los ingredientes con medio-alto contenido en fibra, a la lista referida por Roca et al. en 1987 (compuesta por heno de alfalfa, paja, salvado, gluten y pulpa de remolacha), hay que añadir ahora pulpa de cítricos, pulpa de aceituna, orujo de uva, cascarillas de avena, arroz, soja y girasol, y residuos de manzana y tomate.

Si se exceptúan las fuentes de fibra más tradicionales (heno de alfalfa y paja), el resto de los ingredientes son subproductos que provienen de la industria agroalimentaria (ver rendimientos en Tabla 1). En cuanto al otro gran grupo de subproductos (los residuos de las cosechas), factores tales como el elevado contenido en humedad, la producción estacional y la dificultad para el transporte, obstaculizan su utilización sistemática en la industria de piensos compuestos.

Para una correcta utilización de las materias primas es necesario contar con información sobre los siguientes criterios:

1) datos fiables sobre su valor nutritivo (energía digestible, proteína bruta y digestible...)

2) posibles efectos sobre las funciones metabólicas o digestivas

3) efecto sobre el consumo voluntario

4) variabilidad de la composición química entre partidas o distribuidores

5) efectos sobre la granulación

7) riesgo de oxidación de las grasas

8) en función de estos datos, establecimiento del límite máximo de inclusión en los piensos.

Aunque cada vez existe más información sobre el valor nutritivo de los subproductos, es notable la escasez y el

grado de dispersión de la que hace referencia al resto de los criterios. Esto justifica que los subproductos se incluyan a niveles muy bajos y, en consecuencia, determina la elevada cantidad de materias primas que se utilizan en las dietas comerciales de conejos.

En este trabajo se ha pretendido recopilar la información disponible sobre los criterios mencionados para facilitar la toma de decisiones sobre la inclusión de productos fibrosos en los piensos.

Tabla 1.-Subproductos de la industria agroalimentaria (adaptado de Boucqué y Fiems, 1988)

Producto (100 kg)	Subproducto (kg)	% Materia seca
Cítricos	10-12 kg pulpa de cítricos	16,4
Remolacha azucarera	5 kg pulpa de remolacha	11,0
Manzanas	4,2 kg orujo de manzana	14,4
Tomate	3 kg piel	13,0
	1,5 kg pepitas	11,0
Girasol	8 kg de cascarilla	90,0
Arroz (1)	20 kg de cascarilla	90,0
Soja	7 kg de cascarilla	90,0
Aceitunas	33-40 kg pulpa de aceituna	87,5
100 l de vino (1)	30 kg de orujo	40,5
Trigo	14 kg salvado	90,0
	60-100 kg paja	90,0
Maiz (2)	20 kg de gluten	87,0

(1) Boza y Ferrando, 1989

(2) Esteve, 1990

2.-Materias primas con nivel elevado de fibra

En la mayoría de las dietas de los conejos se utiliza como fuente de fibra el **heno de alfalfa**, un componente que entra a formar parte de la práctica totalidad de los piensos en proporciones elevadas (de 30 a 35%). Ello implica que la alfalfa, además de aportar fibra, suministra alrededor del 25% de la energía digestible (ED) y casi el 40% de la proteína bruta (PB) del pienso.

El **valorenergético** del heno de alfalfa oscila entre **1500 y 2400 kcal ED/kg MS** (Tabla 2). Esta amplia variación se explica por los cambios en su composición química (fundamentalmente en los contenidos en paredes celulares y proteína) que se producen como consecuencia de las diferencias en el número de cortes, grado de maduración y condiciones climatológicas en la recolección, y condiciones del secado. Como se observa en la Tabla 2, el **contenido en PB puede variar del 14 a 22%** y el de fibra bruta (FB) del 20 al 37%. En este sentido, los coeficientes de variación para la PB y la fibra neutro detergente (FND) de 56 muestras comerciales fueron 9 y 14%, respectivamente (Alvarez, 1993, datos sin publicar). Dichas variaciones disminuyen cuando se controla la calidad del producto en la compra, pero siguen siendo importantes.

En consecuencia, distintos autores han propuesto ecuaciones que permiten estimar, con distintos grados de fiabilidad, el valor energético de la alfalfa.

Maertens et al. (1988) utilizando 10 muestras, demostró que la ED del heno de alfalfa se relaciona positivamente con el contenido en PB y negativamente con el contenido en FB. La ecuación obtenida, expresada en kcal/kg MS, fue la siguiente:

$$ED \text{ (kcal/kg MS)} = 2024,7 + 56,65 \text{ PB}(\% \text{MS}) - 35,38 \text{ FB}(\% \text{MS})$$

$$R^2 = 0,76 \quad CV = 7,6 (\%)$$

Desafortunadamente, los autores no indican la amplitud en la variación de la composición química de las alfalfas uti-

lizadas, por lo que no se conoce el rango de aplicación de la ecuación.

García et al. (1995a) utilizando henos de alfalfa españoles, eligieron, entre 10 henos, los cinco que cubrían la variación más amplia en cuanto a su composición química (ver Tabla 2). De los parámetros químicos estudiados, el más relacionado con la ED fue la FND. La ecuación que relaciona ambas variables es la siguiente:

$$ED \text{ (kcal/kg MS)} = 3729,1 - 39,2 \text{ FND}(\% \text{MS})$$

$$R^2 = 0,719$$

y, por tanto, su indigestibilidad. García et al. (1995a) han determinado que los componentes químicos mejor correlacionados con la digestibilidad de la proteína del heno de alfalfa son la FND y el NFAD ($r = -0,57$, para ambas variables).

En este último trabajo se determinaron también los coeficientes de digestibilidad de los distintos aminoácidos. Los resultados muestran que dicha digestibilidad está positivamente correlacionada con la digestibilidad global de la proteína, aun-

Tabla 2.-Composición química y valor nutritivo del heno de alfalfa según diversos autores

PB	(%MS)FB	(%MS)CDMS	(%)CDPB	(%) ED	(kcal/kg MS)
Heno de alfalfa (1)	14,5	23,9	46,1	54,7	1800
Alfalfa deshid. (1)	16,8	20,9	55,2	58,5	2400
" (2)	17,7	33,0	48,0	55,0	2095
Heno de alfalfa (3)	16,0	27,5	46,4	64,0	1667
" (3)	16,5	30,9	50,5	54,8	1805
" (4)	22,0	24,8	54,7	74,4	2200
" (4)	22,2	29,9	47,7	73,6	1818
" (4)	20,9	28,7	46,4	71,6	1794
" (4)	17,7	30,9	47,0	72,7	1913
" (4)	16,9	37,2	40,7	67,4	1531

PB: Proteína bruta

FB: Fibra bruta

CDMS: Coeficiente de digestibilidad de la materia seca

CDPB: Coeficiente de digestibilidad de la proteína bruta

ED: Energía digestible

(1) Martínez y Fernández (1980a)

(2) Fekete y Gippert (1986)

(3) Maertens et al. (1988)

(4) García et al. (1995a)

Al igual que el valor energético, el **contenido en proteína digestible (PD) del heno de alfalfa es muy variable**. Como se observa en la Tabla 2, el coeficiente de digestibilidad de la proteína puede variar desde un 54 a un 74%. Las causas de esta variación no están definitivamente establecidas, pero parece que, a medida que aumenta el contenido en fibra de la alfalfa, aumenta también la proporción relativa de la proteína ligada a la fibra ácido detergente (NFAD)

que la variación observada para cada uno de los aminoácidos es diferente y distinta, a su vez, de la obtenida para la proteína. Así, mientras que la diferencia entre valores extremos en el coeficiente de digestibilidad de la proteína fue de 7 puntos (ver Tabla 2), esta diferencia fue de 14 puntos para la lisina (81,4 % vs 67,2%), aunque en el resto de los aminoácidos, las diferencias fueron menores (oscilaron entre 3 y 10 puntos).

El componente mayoritario de la fibra de la alfalfa es la celulosa, que representa alrededor del 50% de los polisacáridos no amiláceos. Este compuesto de degradación lenta, junto con el relativamente alto contenido en lignina, parecen ser los principales responsables de la reducida digestibilidad de la FND de la alfalfa en el conejo. Sin embargo, su contenido en pectinas (23% del total de los polisacáridos no amiláceos) y su elevada proporción de partículas de reducido tamaño (en la mayoría de los casos el 50% de las partículas es menor de 0,315 mm), permiten a la alfalfa suministrar sustratos hidrocarbonados que mantienen el crecimiento microbiano en el ciego y aseguran un pH cecal por debajo de 6 (5,76 de media, García et al., 1994b).

La **paja de cereal** es un ingrediente cada vez más utilizado en la alimentación de conejos. Pasó de entrar a formar parte del 33% de los piensos en el año 1987 (según los datos de Roca et al.) a más del 90% en la actualidad, en una proporción que oscila entre el 5 y el 7%.

La paja aporta una cantidad importante de **fibra poco digestible** por su elevado grado de lignificación (ver Tabla 3). Esto hace que su **contenido en ED** sea bajo (**665 Kcal ED/kg MS**, de Blas et al., 1989) pero explica el interés de utilizar este producto para evitar alteraciones digestivas.

El tratamiento con hidróxido sódico para elevar la digestibilidad de la paja es efectivo en conejos (más que si se utiliza NH_4OH , Partridge et al., 1984; Payne et al., 1984), y constituye uno de los principales factores de variación con respecto a su valor nutritivo. Dicho tratamiento mejora la digestibilidad de la fibra, por lo que es necesario tenerlo en cuenta a la hora de valorar la paja como fuente de fibra indigestible. La paja tratada, que normalmente se comercializa molida y granulada, es más cara pero tiene menos coste de transporte y su manejo es más fácil. El valor energético obtenido por Villamide (1989) para la **paja tratada con sosa** fue **1030 kcal ED/kg MS**. Otros valores obtenidos en la literatura oscilan entre 500-800 y 700-1300 para la paja sin tratar y tratada, respectivamente.

Los **límites de inclusión**, que en la práctica son del 5-7%, **podrían aumentarse hasta el 10-15%**. A estos niveles se comporta, desde el punto de vista tecnológico, de manera similar al heno de alfalfa, si bien hay que tener en cuenta que es necesario aumentar la inclusión de concentrados de proteína. A niveles superiores, este aumento de los concentrados protéicos puede elevar el nivel de amoníaco en el ciego (datos de Carabaño et al., 1989, con piensos que incluían un 43% de paja), sin embargo, no se llega a alterar ningún parámetro productivo importante (mortalidad, diarreas, crecimiento).

Dentro de las **cascarillas** (avena, girasol, arroz y soja), la de **avena** entra a formar parte en la actualidad de un 17% de los piensos de conejos, mientras que en 1987 no figuraba como ingrediente de los mismos.

El valor de la ED de la **cascarilla de avena**, con un contenido en lignina de 2-10% (Welch et al., 1983), ha sido estimado por el método de sustitución en 683 kcal/kg MS (Maertens y de Groot, 1984) y la digestibilidad de la fibra bruta en 11,7%. Sin embargo, de los datos de Spreadbury y Davidson (1978) se puede deducir un valor más elevado (**1089 kcal/kg MS**), similar al obtenido para la de **girasol** (**1075 kcal ED/kg MS**, Gippert et al., 1988), un producto más lignificado (ver Tabla 3). Estos últimos autores no encuentran problemas por lo que se refiere a los parámetros productivos cuando se incluye cascarilla de girasol en las dietas al 10-15%. Como esta materia prima empeora la calidad del gránulo y el aspecto final del alimento, se recomienda **incluir un máximo de 3-5%**, que coincide apreciablemente con los límites empleados en la práctica.

La **cascarilla de arroz**, que constituye alrededor del 18-35% de los subproductos de la molienda del arroz, contiene altos niveles de lignina y sílice que determinan su carácter abrasivo, y su baja capacidad de retención de agua. Los resultados obtenidos por Pérez de Ayala et al. (1991) muestran que la digestibilidad de la fibra de este subproducto es más alta de lo esperado, posiblemente por el bajo tamaño de

partículas y el elevado tiempo de retención en el ciego. La relativamente elevada digestibilidad de la proteína de las dietas con cascarilla parece justificarse por una mayor procedencia de la proteína de concentrados protéicos, consecuencia del bajo contenido en PB de este subproducto. Según datos de Raharjo et al. (1990) no hay problemas al incluirlo hasta niveles del 10%. Sin embargo, mientras que no se tengan datos más concluyentes parece sensato no sobrepasar el **5%**.

La **cascarilla de soja** difiere considerablemente en composición química de las otras cascarillas por su bajo contenido en lignina y alto en pectinas (13%) y, sobre todo, por su elevado aporte de PB (ver Tabla 3). En consecuencia, su digestibilidad es elevada, lo mismo que su **valor energético** (**1946 kcal ED/kg MS**, Maertens y de Groot, 1984). No hay datos sobre su utilización práctica en conejos si bien, en dietas comerciales, **se incluye** sin problemas **hasta el 5-10%**. Sin embargo, dado su elevado valor nutritivo, y su mejor comportamiento en la granulación respecto a las otras cascarillas (de las que se diferencia por su menor densidad) se podría elevar su nivel de inclusión.

Existe una notable falta de información acerca del valor nutritivo para los conejos de los subproductos procedentes de la **industria de extracción del aceite de oliva**. Martínez y Fernández (1980a) obtuvieron un valor de **1000 kcal de ED/kg MS** para una dieta que contenía un 90% de **pulpa de aceituna parcialmente desengrasada** (melazada a un 8%) y un 10% de harina de girasol.

Tortuero et al. (1989) observaron que la inclusión de este subproducto (ver composición en Tabla 3) a niveles superiores al 20% eleva el índice de conversión; al 20% ya se alteran significativamente otros parámetros no productivos, como el peso de los riñones. Si a la falta de datos sobre la concentración energética se añade la enorme variabilidad de los productos ofertados y que la pulpa de aceituna tiene una influencia negativa sobre el color final del pienso y sobre la composición en ácidos grasos de la grasa del conejo (si la pulpa no se desengrasa en

Tabla 3.-Composición química (1) de algunos subproductos fibrosos (% sobre materia seca)

Alimento	Proteína bruta	Fibra bruta	FAD	LAD	Grasa	Referencia
Heno de alfalfa	16,0	27,5	-	-	3,1	(5)
Paja de trigo	3,0	42,5	46,1	23,5	0,7	(6)
Cascarilla de avena	2,1	33,1	-	-	0,6	(5)
Cascarilla girasol	4,9	55,8	64,7	31,6	2,4	(7)
Cascarilla arroz	2,0	54,2	62,4	19,2	-	(8)
Cascarilla de soja	14,9	35,6	-	-	3,7	(5)
Orujo de uva	12,0	27,8	57,0	37,4	5,8	(9)
Granilla	25,9	22,4	38,0	28,2	1,2	(10)
Pulpa aceituna (2)	12,2	36,6	58,9	28,7	3,9	(11)
Pulpa aceituna (3)	12,8	29,0	-	-	23,9	(12)
Piel de tomate	19,0	58,2	-	8,9	7,9	(13)
Piel, pepitas tomate	25,0	37,2	-	6,7	21,6	(13)
Orujo de manzana	9,3	22,1	30,7	12,7	5,9	(7)
Salvado de trigo	17,8	10,1	12,6	4,2	4,4	(14)
Pulpa de naranja	6,4	12,4	23,7	1,2	0,4	(15)
Pulpa de limón	5,8	12,6	-	-	1,1	(16)
Pulpa de remolacha	7,4	21,6	26,9	1,5	1,1	(15)
Gluten	21,4	8,0	12,8	6,3	6,3	(14)
Garrofa (4)	4,9	8,5	-	-	0,5	(17)

(1) Los valores han sido seleccionados de trabajos realizados en conejos en los que se estudió el valor nutritivo o el efecto sobre algunos criterios alimenticios, excepto en el caso de la garrofa

(2) Desengrasada

(3) Parcialmente deshuesada

(4) Contiene un 43,4% de azúcares

(5) Maertens y de Groote, 1984

(6) de Blas et al., 1989

(7) Gippert et al., 1988

(8) Fraga et al., 1991

(9) Motta et al., 1995

(10) Cavani et al., 1988

(11) Tortuero et al., 1989

(12) Leto y Giaccone, 1981

(13) Battaglini y Costantini, 1978

(14) Villamide et al., 1989

(15) de Blas y Villamide, 1990

(16) Leto et al., 1984

su totalidad), se recomienda que los **niveles máximos de inclusión no superen el 5-8%**.

El **orujo de uva** contiene una cantidad variable de piel (hollejo), escobajo y

pepitas, aunque en ocasiones, éstas se separan (granilla), generalmente para la extracción de su aceite, y se comercializan desengrasadas. El orujo se caracteriza por su elevada proporción de taninos y lignina (ver Tabla 3). El conte-

nido energético del orujo varía en función del método empleado para su determinación; sin embargo, hay que recordar que su contenido en energía bruta es elevado si no se desengrasa previamente. Por el método directo, Martínez y Fernández (1980a) han obtenido un valor de 400 kcal de ED/kg MS, y por el método de sustitución, Maertens y de Groote (1984) **738 kcal de ED/kg MS**, a pesar de que en este último caso el contenido en fibra bruta del orujo era más alto y el de grasa inferior.

Trabajos realizados para estudiar el efecto de la sustitución de heno de alfalfa por orujo (Parigi-Bini y Chiericato, 1980; Pérez de Ayala et al., 1991 y Motta et al., 1995) muestran que el alto contenido en taninos de esta materia prima disminuye la digestibilidad de la proteína de la ración (afectando también al resto de las materias primas). También los taninos son responsables del bajo contenido en amoníaco cecal. Posiblemente porque en los dos primeros trabajos citados las dietas contenían un

nivel de proteína mayor que las recomendaciones prácticas no se observaron diferencias en velocidad de crecimiento e índice de conversión hasta un 32% de inclusión de orujo en la dieta. Cuando los aportes se ajustan a las recomendaciones se produce un incremento en el índice de conversión de un 7% por cada incremento del 10% de inclusión de orujo. Es conveniente tener en cuenta que, con respecto al heno de alfalfa, los contenidos en metionina y lisina son bajos. En dietas con un contenido en proteína similar al recomendado y, teniendo en cuenta el riesgo de enranciamiento (si el producto no se desengrasa), **el nivel de inclusión del orujo de uva** debe limitarse al 10-15% desde el punto de vista nutritivo, pero debido a su efecto negativo sobre la calidad del gránulo, **no se recomienda superar el 5%**.

Una cantidad importante de los piensos de conejo (hasta un 20%) incluyen **granilla de uva** en su composición, a unos niveles del 3-5%. La granilla **desengrasada** (ver composición en Tabla 3) ha sido ensayada en dietas de cebo (con un 17% de proteína) al 10 y 20%; a este último nivel el índice de conversión del pienso empeora, por lo que se recomienda incluir **un máximo de 10%**. La utilización de la **granilla integral** (que puede presentar problemas de enranciamiento), con un 12,6% de grasa y sustituyendo a la alfalfa, ha sido estudiada por Alicata et al. (1988) observándose, al **15%**, un ligero aumento en la velocidad de crecimiento y en el índice de conversión y sin afectar el grado de engrasamiento de los conejos. Al 20% ya se observaban efectos negativos. El INRA (1985) ha propuesto un valor de **2217 kcal de ED/kg MS** para la granilla integral.

La inclusión de **piel de tomate** a niveles de 4, 8 y 12%, sustituyendo heno de alfalfa-avena no influyó negativamente sobre la digestibilidad de las paredes celulares, pero disminuyó la digestibilidad de la proteína (Falçao e Cunha y Lebas, 1986). Battaglini y Costantini (1978) han observado que la digestibilidad de la piel de tomate es un 45% de la obtenida para la mezcla de **piel y pepitas de tomate**, probable-

mente por el menor contenido en lignina y mayor contenido en grasa de este último subproducto (ver Tabla 3). Estos autores no encontraron problemas al incluir un 10% de esta mezcla en la raciones de conejos.

Schurg et al. (1980) obtuvieron una disminución en la ganancia en peso de los conejos cuando se incluyó **orujo de manzana** en la dieta a niveles superiores al 10%. A pesar de su relativamente alto contenido en lignina (12,7%, Tabla 3), Gippert et al. (1988) han obtenido un valor energético de 2600 kcal de ED/kg MS, que es mucho más elevado que el valor propuesto por el INRA en 1985 (**1822 kcal de ED/kg MS**). Mientras estas diferencias no se justifiquen parece prudente incluirlo a niveles bajos (**3-5%**).

3.-Materias primas con nivel medio-bajo de fibra

El **salvado de trigo** (ver composición en Tabla 3) es un alimento muy utilizado por su composición relativamente equilibrada respecto a las necesidades de los conejos (valores medios: 15% PB, 10% FB y alrededor de 2700 kcal de ED/kg), hasta el punto que prácticamente todos los piensos incluyen salvado entre sus ingredientes, a unos niveles medios del 15%. La composición química del salvado de trigo es bastante variable (con unos coeficientes de variación de 8, 11 y 16% para la proteína, fibra y almidón, respectivamente, en 78 muestras procedentes de 11 proveedores, San Juan et al., 1994), dependiendo fundamentalmente de la tasa de extracción de la harina. Como los demás subproductos de la molienda del trigo, el salvado es bastante palatable y tiene una baja densidad; esta última característica empeora la calidad del gránulo y por ello **no es prudente incluirlo a límites superiores al 25-30%**, por contra, tiene una elevada capacidad de absorción de líquidos, lo cual facilita la inclusión de grasas y melazas en el pienso. Los datos sobre su valor energético son bastante diferentes, oscilando entre las **3132 kcal de ED/kg MS** (Fekete y Gippert, 1986) y las **2680 y 2727 kcal de ED/kg MS** (Gippert et al., 1988 y Villamide et al., 1989, respecti-

vamente). La digestibilidad de la proteína bruta es alta (alrededor del 76%), pero los contenidos en lisina y triptófano son bajos.

La **pulpa de cítricos** se obtiene con un alto grado de humedad (16% MS, ver Tabla 1) pero normalmente se seca hasta que el contenido en materia seca alcanza alrededor del 88%. Para facilitar este proceso generalmente se añade $(OH)_2Ca$ a la pulpa húmeda. El alto contenido en pectinas (30% MS) y bajo en lignina (ver Tabla 3) determina la elevada digestibilidad de la fracción hidrocarbonada de este subproducto.

La pulpa de cítricos es un alimento bastante palatable, pero si se incluye a niveles altos determina una disminución del consumo de pienso. Esta disminución se relaciona con el efecto de la pulpa sobre la velocidad de paso por el aparato digestivo y sobre el peso de los contenidos del estómago y ciego y, a su vez, con una elevada digestibilidad de la fibra. Martínez y Fernández (1980b) estimaron un contenido en ED de 3800 kcal/kg MS cuando la pulpa de cítricos se ofrecía como único alimento; sin embargo, los datos obtenidos por el método de sustitución por de Blas y Villamide (1990) fueron inferiores y dependientes del nivel de fibra de la dieta basal (3130 y **2700 kcal de ED/kg MS**). El último de estos valores se obtuvo con una dieta de características similares a las comerciales. Los resultados obtenidos en pruebas de cebo indican que **el nivel máximo** al que debe incluirse en dietas prácticas es de **10-15%**.

La **pulpa de remolacha** tiene características similares a la de cítricos, aunque su palatabilidad es menor y su contenido en fibra superior (Tabla 3). El valor nutritivo de la pulpa de remolacha, cuando se determina como único ingrediente (3400 kcal de ED/kg MS, Martínez y Fernández, 1980a), es mayor que cuando se utiliza el método de sustitución (2957 y **2382 kcal de ED/kg MS**, de Blas y Villamide, 1990). El último de estos valores se ha obtenido con una dieta basal más parecida a las dietas prácticas. Resultados similares han sido obtenidos en trabajos posteriores (Motta, 1990; García et al., 1993).

Los trabajos de García et al. (1992 y 1993) indican que el valor energético de la pulpa de remolacha puede ser sobrevalorado cuando se expresa en ED. La menor eficacia de utilización metabólica cuando se incluye en altas proporciones (30%) haría aconsejable valorarla en energía neta.

De los resultados obtenidos en trabajos en los que se estudiaron distintos niveles de inclusión de pulpa de remolacha, se deduce un **nivel máximo de inclusión de 15-20%**. Estos valores son ligeramente superiores a los empleados en la práctica (8-15%); por otro lado, la inclusión de este subproducto es cada vez más usual, entrando a formar parte de un 40% de los piensos, mientras que en 1987 el porcentaje de piensos que la incluía no llegaba al 5%.

La variabilidad de la pulpa de remolacha se hace más patente para algunos parámetros químicos, como las cenizas (CV = 45%) y la proteína (CV = 20,3) según un análisis realizado sobre un total de 62 muestras por López, 1990). La capacidad aglomerante de ambas pulpas es elevada, por lo que aumentan la calidad del gránulo respecto al obtenido con la alfalfa.

El **gluten feed** es un subproducto de la extracción de almidón del maíz por vía húmeda. Presenta una composición muy variable según sean las proporciones de las distintas fracciones que lo integran: salvado o fracción fibrosa, aguas de maceración y la inclusión o no de la torta de germen de maíz. Sin embargo, datos obtenidos en Portugal (Chaveiro Soares, 1990), analizando 81 muestras de gluten feed importado, dan un coeficiente de variación de 5,9; 20,0 y 13,15% para la proteína, grasa y fibra bruta, respectivamente. El gluten feed resulta poco palatable por su sabor amargo y proporciona una mala calidad del gránulo. El valor energético de este subproducto es muy elevado (**3060 kcal ED/kg MS** según Maertens y de Groote, 1984 y Villamide et al., 1989) debido a su relativamente alto contenido en aceite y almidón (5 y 20% como media, respectivamente). La digestibilidad de la proteína es de un 64% como media.

La garrofa se obtiene de las vainas del fruto del algarrobo. En razón de su elevado contenido en azúcares es muy palatable y su inclusión en las dietas prácticas incrementa la palatabilidad de los piensos (Cheke, 1987) y también la calidad del gránulo. En España se incluía (en 1987, Roca et al.) al menos en un 14% de las dietas comerciales. El valor nutritivo de la garrofa no se ha estudiado, pero se ha utilizado en la práctica a **niveles de 7-10%** sin efectos negativos (Gonzalez y Rial, 1988). Sin embargo, algunas partidas corren el riesgo de sufrir procesos fermentativos a causa de su alto índice de contaminación microbiana.

4.-Interés de los distintos subproductos como fuentes de fibra alternativas para el conejo

Se tienen pocos datos acerca de cómo la fibra de los diferentes subproductos puede afectar al tiempo de retención del alimento en el aparato digestivo y a otros parámetros relacionados con la incidencia de diarreas. Sin embargo, parece razonable en función de las particularidades de cada fuente de fibra (grado de lignificación, digestibilidad,...) que los niveles mínimos recomendados varíen con el tipo de fibra que predomina en la dieta. Para evitar este inconveniente algunos autores (Lebas, 1984; de Blas et al., 1986) han expresado también las necesidades mínimas de fibra en unidades de fibra bruta indigestible (FBI). Sin embargo, la utilización práctica de esta unidad presenta dificultades derivadas de la falta de datos fiables sobre la digestibilidad de la fibra de los distintos alimentos, la alta variabilidad inherente a su determinación (Maertens y de Groote, 1984; Fekete y Gippert, 1986; Villamide, 1989) y el amplio rango de fuentes de fibra incluidas en las dietas de conejos.

Por otro lado, algunos autores (Van Soest, 1985; Cheeke, 1987) han observado que otros factores, además de los químicos (tales como el tamaño de las partículas, densidad, capacidad de retención de agua) pueden afectar el comportamiento de la fibra. Así, la mayor capacidad de retener agua de las pulpas

contribuye a alargar el tiempo de retención en el aparato digestivo y, por ello, a elevar la digestibilidad de la fibra de las dietas con pulpa. Por otro lado, existen pocos datos sobre las características físicas de las materias primas lignificadas.

Por estas razones, Pérez de Ayala et al. (1991) trataron de predecir el nivel de fibra bruta indigestible de dietas completas mediante un análisis de regresión sobre 77 piensos. Las variables independientes de las dietas estudiadas fueron el contenido de fibra bruta, fibra ácido detergente, fibre neutro detergente, lignina ácido detergente, porcentaje de lignina en fibra y tres variables A, B y C para indicar el nivel de inclusión en las dietas de: pulpa de cítricos y de remolacha (A), heno de alfalfa (B) y piel de tomate, orujo de uva, cascarillas de colza y de arroz (C), obteniendo la siguiente ecuación:

$$\text{FBI (\%)} = -0,036 + 0,82 \text{ FB(\%MS)} - 0,071 \text{ A} \\ \text{R}^2 = 0,86; \text{P} < 0,001$$

Esta ecuación muestra que la digestibilidad de la fibra en piensos completos disminuye a medida que aumenta el nivel de fibra de los mismos. Por otro lado, la ecuación indica que, siempre que las raciones no incluyan pulpas, un nivel de fibra en la dieta del 14% equivale al 11,3% de fibra bruta indigestible, de acuerdo con las recomendaciones de Lebas (1984) y de Blas et al. (1986). Sin embargo, para obtener un 11,3% de fibra indigestible en una dieta que contiene un 30% de pulpa, el nivel de fibra bruta de la dieta debe elevarse con otras fuentes de fibra lignificadas hasta, al menos, un 16,5%. No hubo suficientes diferencias en la digestibilidad de la fibra de dietas con heno de alfalfa y aquellas con fibras más lignificadas para que el análisis introduzca las variables B o C.

En resumen, la utilización de fibra indigestible en lugar de fibra bruta, aunque parece ser un índice más adecuado para expresar el efecto de arrastre de la fibra en conejos, no es suficientemente preciso. En este sentido, el orujo de uva

o la cascarilla de arroz muestran diferencias con respecto al heno de alfalfa que no pueden ser explicadas sólo por el diferente contenido en fibra indigestible. Por otro lado, las fibras poco lignificadas y con alto contenido en pectinas de las pulpas no tienen efecto de arrastre; por el contrario, deben restringirse para evitar una entrada excesiva de material fermentable en el ciego, o suplementarse con otros tipos de fibra más lignificada. Se puede concluir que no hay un sólo índice completamente satisfactorio: deben programarse más trabajos sobre las características de los subproductos fibrosos, incluyendo posibles interacciones en la digestión cecal entre diferentes tipos de fibra.

Una parte de los datos de este trabajo han sido publicados en el artículo «The use of local feeds for rabbits» en *Options Méditerranéennes*, **17**, 141-158. R. Carabaño y M.J. Fraga. 1992.

Bibliografía

- Alicata, M.L., Bonnano, A., Giaccone, P. y Leto, G. 1988. Impiego del vinacciolo integrale nell'alimentazione del coniglio. *Zoot. Nutr. Anim.*, **14**, 341-348.
- Battaglini, M. y Costantini, F. 1978. Residui della lavorazione industriale del pomodoro nelle diete per conigli in accrescimento. *Conigliocultura*, **15**, 19-22.
- de Blas, J.C., Santomá, G., Carabaño, R. y Fraga, M.J. 1986. Fibre and starch levels in fattening rabbit diets. *J. Anim. Sci.*, **63**, 1897-1904.
- de Blas, J.C., Villamide, M.J. y Carabaño, R. 1989. Nutritive value of cereal by-products for rabbits. 1. Wheat straw. *J. Appl. Rabbit Res.*, **12**, 148-151.
- de Blas, J.C. y Villamide, M.J. 1990. Nutritive value of beet and citrus pulp for rabbits. *Anim. Feed Sci. Tech.*, **31**, 239-246.
- Boucqqué, Ch.V. y Fiems, L.O. 1988. Vegetable by-products of agroindustrial origin. *Livest. Prod. Sci.*, **19**, 74-79.
- Boza, J. y Ferrando, G. 1989. Situación actual en el estudio y aprovechamiento de los subproductos en España. En: *Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal III*. Junta de Andalucía, pp 11-70.
- Carabaño, R., Fraga, M.J. y de Blas, J.C. 1989. Effect of protein source in fibrous diets on performance and digestive parameters of fattening rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, **12**, 201-204.
- Cavani, C., Maiani, A., Manfredini, M. y Zarri, M.C. 1988. The use of dehulled grape seed meal in the fattening of rabbits. *Ann. Zootech.*, **37**, 1-12.
- Chaveiro Soares, M. 1990. Utilización de mandioca y subproductos de cereales en alimentación animal. En *Curso de Especialización FEDNA: Materias primas alternativas para la producción animal*. 39 pp.
- Cheeke, P.R. 1987. En: *Rabbit feeding and nutrition*. Academic Press, Inc. Londres.
- Esteve, A. 1990. Subproductos de los cereales: Producción y control de calidad. En *Curso de Especialización FEDNA: Materias primas alternativas para la producción animal*. 37 pp.
- Falçao e Cunha, L. y Lebas, F. 1986. Influence chez le lapin adulte de l'origine et du taux de lignine alimentaire sur la digestibilité de la ration et l'importance de la caecotrophie. *IV Journées de la Recherche Cunicole*. Paris. Comm. Nº 8.
- Fekete, S. y Gippert, J. 1986. Digestibility and nutritive value of nineteen important feedstuffs for rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, **9**, 103-108.
- Fraga, M.J., Pérez de Ayala, P., Carabaño, R. y de Blas, J.C. 1991. Effect of type of fibre on the rate of passage and on the contribution of soft feces to nutrient intake of fattening rabbits. *J. Anim. Sci.*, **69**, 1566-1574.
- Fredella, G., Malossini, F. y Martillotti, F. 1983. Composizione chimica e valore nutritivo dei baccelli di carrubo e di alcuni sottoprodotti dell'industria. *Ann. Inst. Sperim. Zootec.*, **16**, 17-19.
- García, G., Gálvez, J.F. y de Blas, J.C. 1992. Substitution of barley grain by sugar-beet pulp in diets for finishing rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, **15**, 1008-1016.
- García, G., Gálvez, J.F. y de Blas, J.C. 1993. Effect of substitution of sugar-beet pulp for barley in diets for finishing rabbits on growth performance and on energy and nitrogen efficiency. *J. Anim. Sci.*, **71**, 1823-1830.
- García, J., Pérez Alba, L., Alvarez, C., Rocha, R., Ramos, M. y de Blas, J.C. 1995a. Prediction of the nutritive value of lucerne hay in diets for growing rabbits. *Anim. Feed Sci. Tech.* (en prensa).
- García, J., de Blas, J.C., Carabaño, R. y García, P. 1995b. Effect of type of lucerne on caecal fermentation and nitrogen contribution through caecotrophy. *Reprod. Nutr. Develop.* (en prensa).
- Gippert, T., Szabo, S. y Csonka, L. 1982. Utilization of sunflower husk mix in feeding meat-type rabbits. *Nutr. Abstr. Rev.* 1985. **4118**, **55**, 473.
- Gippert, T., Hullar, I. y Szabo, S. 1988. Nutritive value of agricultural by-products in rabbit. *Proc IV Congreso Mundial Cunicultura*. Vol 3, pp 154-61.
- Gonzalez, G. y Rial, E. 1989. Tecnología de la fabricación de piensos compuestos para conejos. En: *Alimentación del conejo*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- INRA. 1985. En: *La alimentación de los animales monogástricos*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Lebas, F. 1984. Nutrition et alimentation. En: *Le lapin, Elevage et Pathologie*. pp 26-61. FAO, Roma.
- Leto, G. y Giaccone, P. 1981. Prove di utilizzazione della sansa de oliva nell'alimentazione del coniglio. *Zoot. Nutr. Anim.*, **7**, 185-192.
- Leto, G., Alicata, M.L., Bonanno, A. y Bacchi, M. 1984. Prove di utilizzazione dei pastizzi disidratati di arancia e di limone nell'alimentazione del coniglio da carne. *Conigliocultura*, **11**, 53-58.
- López, G. 1990. Control de calidad de pulpas de remolacha y de cítricos. En *Curso de Especialización FEDNA: Materias primas alternativas para la producción animal*. 31 pp.
- Maertens, L. y de Groote, G. 1984. Digestibility and digestible energy content of a number of feedstuffs for rabbits. *Proc. III Congreso Mundial Cunicultura*. Vol 1, pp 244-251.
- Maertens, L., Moermans, R. y de Groote, G. 1988. Prediction of apparent digestible energy (ADE) content of commercial pellets feeds for rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, **11**, 60-67.
- Martínez, J. y Fernández, J. 1980a. Composición, digestibilidad, valor nutritivo y relaciones entre ambos de diversos piensos para conejos. *Proc. II Congreso Mundial Cunicultura*. Vol 2, pp 214-224.
- Martínez, J. y Fernández, J. 1980b. Citrus pulp in diets for fattening rabbits. *Anim. Feed Sci. Tech.*, **5**, 23-31.
- Motta, W. 1990. Efectos de la sustitución parcial de heno de alfalfa por orujo de uva o pulpa de remolacha sobre la utilización de ladieta y los rendimientos productivos en conejos en crecimiento. Tesis Doctoral. U.P. Madrid.
- Motta, W., Fraga, M.J. y Carabaño, M.J. 1995. *J. Anim. Sci.* Grape marc utilization by growing rabbits (en prensa)
- Parigi-Bini, R. y Chiericato, G. 1980. Utilization of grape marc by growing rabbits. *Proc. II Congreso Mundial Cunicultura*. Vol 1, pp 204-213.
- Partridge, G.G., Radwan, M., Allan, S.J. y Fordyce, R. 1984. Use of treated straws in diets for growing rabbits. *Proc. III Congreso Mundial Cunicultura*. Vol 1, pp 399-497.
- Payne, M., Owen, E., Capper, B.S. y Wood, J.F. 1984. Sodium hydroxide and ammonia treated wheat straw in diets for growing rabbits. *Prod. Anim. Trop.*, **9**, 264-270.
- Pérez de Ayala, P., Fraga, M.J., Carabaño, R. y de Blas, J.C. 1991. Effect of fibre source on diet digestibility and growth in fattening rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, **14**, 159-165.
- Raharjo, Y.C., Cheeke, P.R. y Patton, N.M. 1990. Evaluation of rice hulls as a fiber source for weanling rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, **13**, 10-13.
- Roca, T., Valls, N. y Costa, P. 1987. Estudio analítico de diversos piensos compuestos comerciales para conejos fabricados en España. *Proc. XII Symposium de Cunicultura*. Guadalajara, pp 27-65.
- San Juan, L.D., Villamide, M.J. y De Blas, J.C. 1993. Valor nutritivo de la harina de carne, salvado de trigo y harina de girasol para la alimentación de las aves. En: *Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal IV*. Junta de Andalucía, pp 187-206.
- Schurg, W.A., Reed, J.P. y Reid, B.L. 1980. Utilization of various fruit pomace products by growing rabbits. *Nutr. Rep. Int.*, **21**, 55-62.
- Spreadbury, D. y Davidson, J. 1978. A study of the need for fibre by the growing New Zealand White rabbit. *J. Sci. Feed Agric.*, **29**, 640-648.
- Tortuero, F., Riopérez, J. y Rodríguez, L.M. 1989. Nutritional value for rabbits of olive pulp and the effects on their visceral organs. *Anim. Feed Sci. Tech.*, **25**, 79-89.
- Van Soest, P.J. 1985. Definition of fibre in animal feeds. En: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Butterworths. Londres.
- Villamide, M.J. 1989. Valor nutritivo de catorce alimentos en conejos. Tesis Doctoral. U.P. Madrid.
- Villamide, M.J., de Blas, J.C. y Carabaño, R. 1989. Nutritive value of cereal by-products for rabbits. 2. Wheat bran, corn gluten feed and dried distillers grains and solubles. *J. Appl. Rabbit Res.*, **12**, 152-155.
- Welch, R.W., Hayward, M.V. y Jones, D.I.H. 1983. The composition of oat husk and its variation due to genetic and other factors. *J. Sci. Feed Agric.*, **34**, 417-426. ■