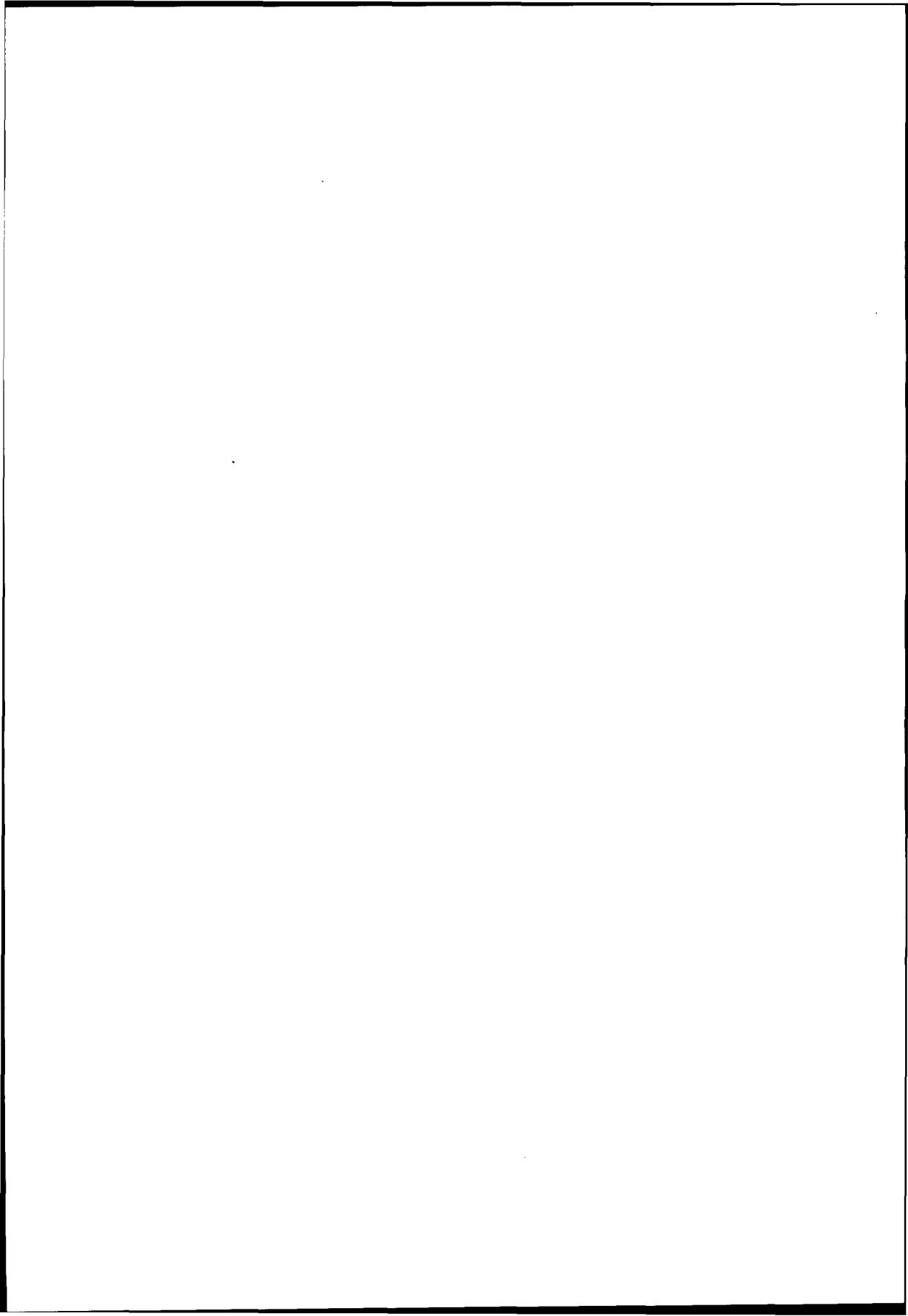


CAPÍTULO VI

COMUNICACIONES PRESENTADAS

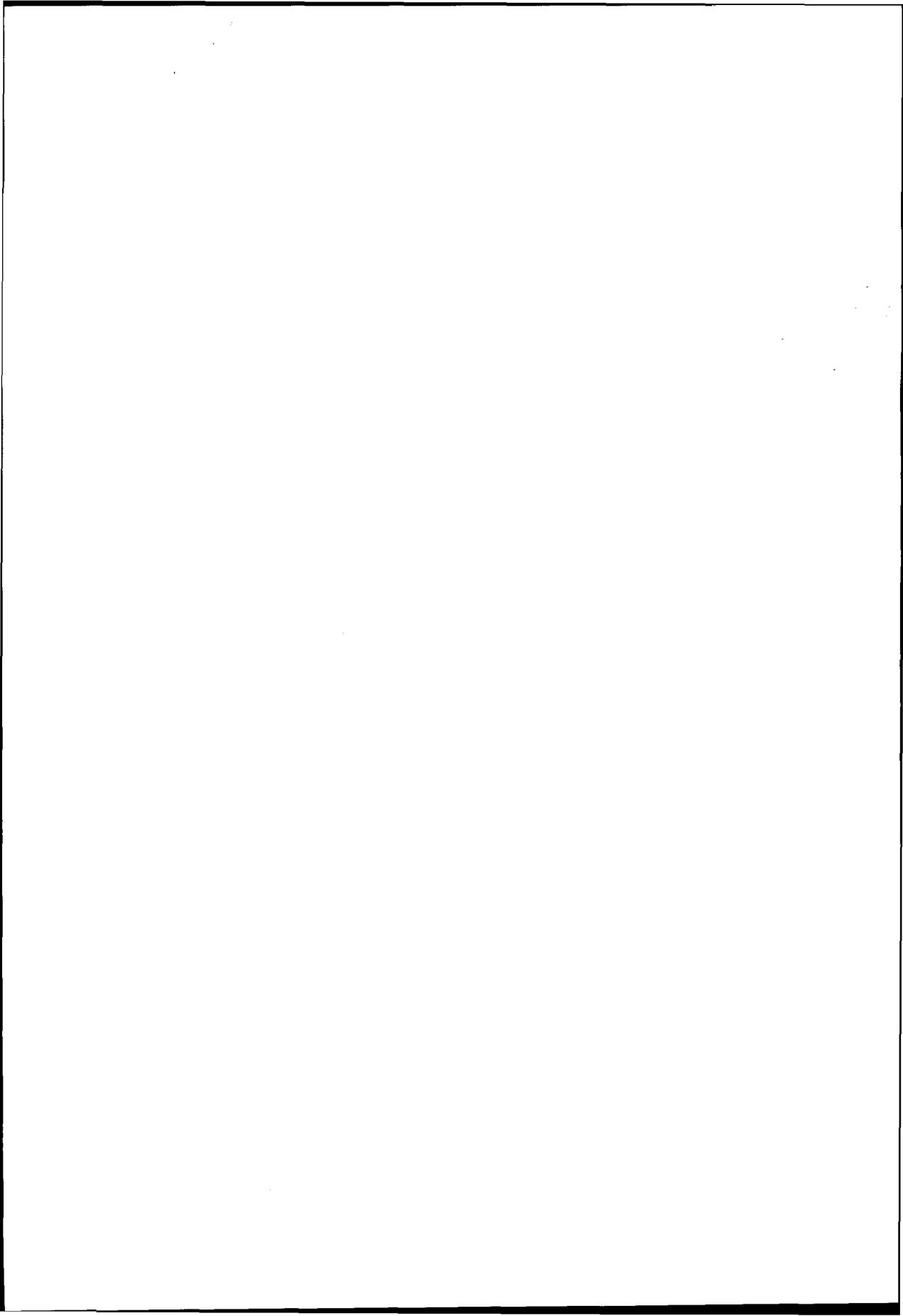
Javier García Alonso
Sara Barceló Suñer
Zuriña Arroita Suárez et al.
Alvaro Belenguer



CAPÍTULO VI.1

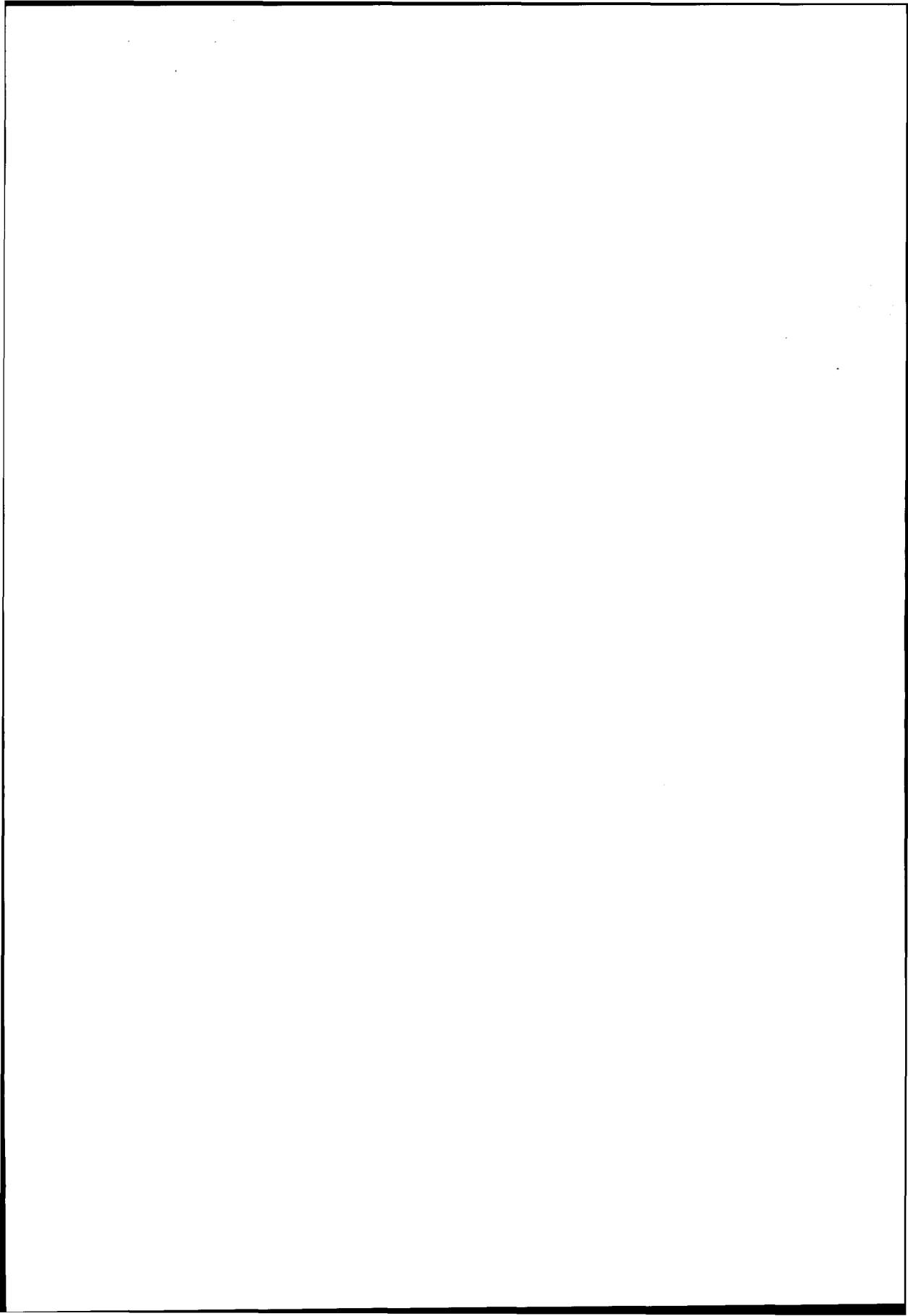
UTILIZACIÓN DE FUENTES DE FIBRA ALTERNATIVAS EN PIENSOS DE CONEJOS: GRANILLA DESENGRASADA DE UVA Y CASCARILLA DE SOJA

Javier García Alonso



ÍNDICE

0. Introducción
 1. Composición química y características físicas
 2. Valoración nutritiva
 3. Fermentación cecal y actividad enzimática en el intestino delgado
 4. Rendimientos productivos
 5. Rendimientos productivos: conclusiones
- Principales fuentes consultadas



0. Introducción

Los alimentos ricos en fibra constituyen alrededor del 40% de los piensos comerciales de conejos en España. Estos alimentos no solo aportan nutrientes sino que también influyen directamente sobre la velocidad de tránsito (y por tanto sobre la ingestión de alimento), la fermentación cecal, el reciclaje diario de proteína microbiana, la morfología de la mucosa intestinal y la actividad enzimática en el intestino delgado (Chiou et al., 1994; Fraga et al., 1991; García et al., 1997a; García et al., 1999a; García et al., 2000a).

El heno de alfalfa es el alimento fibroso utilizado tradicionalmente para cubrir las necesidades de fibra. Éste aporta tanto partículas de fibra larga como pectinas fácilmente digestibles, asegurando una velocidad de tránsito adecuada y un reducido pH en el ciego, y tanto por su palatabilidad como por su aporte en aminoácidos esenciales lo hacen preferible frente a otras materias primas fibrosas (Gidenne, 1992; García et al., 1995a y b; García et al., 1999a). Estas características hacen que el heno de alfalfa se considere una fuente de fibra equilibrada y de referencia en conejos y que, de hecho, se incluya en cantidades importantes en la dieta, un 30% de media en piensos comerciales.

Sin embargo, el precio del heno de alfalfa varía en función de la producción, y ésta depende fundamentalmente de la climatología. Ésta también influye en la composición química del heno de alfalfa (que es muy variable) y, por tanto, en su valor nutritivo (García et al., 1995a). Además, en el heno de alfalfa pueden existir contaminaciones bacterianas y fúngicas debido a un deficiente secado y/o mala conservación y almacenamiento (Mateos y Rial, 1989). Por ello, hay situaciones donde el encarecimiento de esta materia prima o la menor calidad de la misma puede hacer interesante su sustitución por otras fuentes de fibra.

Otros alimentos fibrosos utilizados habitualmente son el salvado de trigo, muy palatable y de aceptable valor energético y proteico, y la paja de cereal, interesante por su aporte de fibra larga. En ambos casos, la digestibilidad de su fracción fibrosa es reducida (Villamide et al., 1989; de Blas et al., 1989; García et al., 1996; García et al., 1999a).

Además de estas materias primas, en las raciones de conejos suelen entrar un buen número de subproductos fibrosos en pequeñas cantidades, como pulpas de remolacha y cítricos, cascarillas de soja, girasol y arroz, raicilla de cebada, granilla y orujo de uva, hoja de olivo, etc. Su nivel de inclusión depende principalmente del área de producción. La utilización de este tipo de alimentos está notablemente restringida debido a la escasa información disponible sobre su valor nutritivo, el desequilibrio en nutrientes que presentan, la inseguridad de que tengan una velocidad de tránsito similar a la de las fuentes tradicionales de fibra y por la inexistente tipificación del producto, que se traduce en una gran variabilidad entre partidas y proveedores.

A pesar de estos inconvenientes, la inclusión de este grupo de alimentos en la formulación de raciones de conejos puede permitir cubrir parte de las necesidades de fibra del conejo y reducir del contenido de heno de alfalfa de la ración cuando se incremente su precio o disminuya su calidad. Así, en la práctica se plantea la posibilidad de su sustitución parcial o total por una mezcla de subproductos que, en conjunto, tengan un valor nutritivo y un comportamiento digestivo similar (De Blas et al., 1999). Dos subproductos que se encuentran disponibles y que pueden tener un aprovechamiento interesante en raciones de conejos son la granilla desengrasada de uva y la cascarilla de soja. Sin embargo, la falta de información nutritiva sobre los mismos reduce su utilización habitual en este tipo de piensos.

La granilla desengrasada de uva procede de la extracción del aceite de la pepita de la uva y sus principales usos son como abono orgánico o como alimento para el ganado, que es donde adquiere un mayor valor económico. Su inclusión en piensos de conejos no suele superar el 2-4 por 100. Este alimento se comercializa en forma de harina y presenta la ventaja de que sale esterilizado del proceso de extrac-

ción del aceite. En muchas ocasiones, va entera y mezclada con otros subproductos de la vinificación (hollejo y escobajo) constituyendo todos juntos el orujo de uva.

Por su parte, la cascarilla de soja es un subproducto del procesamiento del haba obtenido previamente a la extracción del aceite y se utiliza mayoritariamente para la obtención de la harina de soja 44 a partir de la harina 48. Es un ingrediente habitual en raciones para rumiantes, especialmente en Estados Unidos. La mayor parte de la cascarilla disponible en el mercado español tiene esta procedencia y se comercializa en forma de gránulo. En los últimos años, la mayor utilización de torta de soja 48 en raciones de avicultura y de animales jóvenes ha incrementado la disponibilidad de cascarilla de soja en el mercado. Su inclusión en piensos de conejos no suele superar el 10 por 100.

El objetivo de este trabajo ha sido revisar la información existente en relación con el valor nutritivo de la granilla desengrasada de uva y la cascarilla de soja en conejos, estudiando los efectos que tiene su inclusión en el pienso sobre los rendimientos productivos. Los resultados obtenidos con estas fuentes de fibra se comparan con los del heno de alfalfa o con raciones basadas en este último.

1. Composición química y características físicas

La granilla y la cascarilla de soja son subproductos con un contenido en fibra muy elevado: contienen un 98 y un 40 por 100 más de FND que el heno de alfalfa (Tabla 1). Los contenidos en hemicelulosa (FND-FAD) y de celulosa (FAD-LAD) de la FND son similares en la cascarilla de soja y el heno de alfalfa (24 y 65 por 100 de media, respectivamente), mientras que para la granilla son menores (11 y 16 por 100, respectivamente).

Por el contrario, el grado de lignificación de la FND es muy superior en la granilla respecto a la cascarilla de soja y el heno de alfalfa (73, 4 y 17 por 100, respectivamente), destacando el elevado contenido en cutina de la granilla (57 por 100 de la FND y 78 por 100 de la

LAD) que es mucho mayor que el de la cascarilla de soja y el heno de alfalfa (36 y 31 por 100 de la LAD, respectivamente).

Los contenidos en proteína bruta de la granilla y la cascarilla de soja son menores que el del heno de alfalfa, y se encuentran proporcionalmente más ligados a la FND. El contenido de energía bruta es superior en la granilla respecto a la cascarilla de soja y heno de alfalfa, debido a su mayor porcentaje de extracto etéreo y a la elevada energía bruta de las fracciones lignina y cutina.

Cuadro 1. Composición química y características físicas de las fuentes de fibra estudiadas (% MS).

	Granilla desengrasada de uva	Cascarilla de soja	Heno de alfalfa
Composición química			
Materia seca	90,0	92,6	93,0
Cenizas	5,84	5,51	12,8
Extracto etéreo	3,60	2,61	1,53
FND	80,6	56,8	40,8
FAD	72,0	41,8	31,5
LAD	59,0	2,2	7,0
CAD	46,0	0,8	2,2
FB	46,3	33,1	27,6
PB	11,0	13,9	17,0
PB-FND	6,04	4,37	4,69
EB, kcal/kg MS	4.899	4.326	4.254
Características físicas			
PP > 0,315 mm	46,8	53,1	28,7
PP > 1,25 mm	1,8	3,67	2,09
DS, g MS/ml	0,345	0,595	0,620
CH	192	600	581

PB: Proteína bruta. FND: Fibra neutro detergente. FAD: Fibra ácido detergente. LAD: Lignina ácido detergente. CAD: Cutina ácido detergente. EB: Energía bruta. PP > 0,315 mm y PP > 1,25 mm: Proporción de partículas mayores de 0,315 y 1,25 mm, respectivamente, de las fuentes de fibra una vez incorporadas al pienso de conejos. DS: Densidad en seco. CH: Capacidad de hidratación.

Fuente: García et al., 1999a; García et al., 2000a; García et al., 2000b.

En lo que se refiere a la granulometría de estas fuentes de fibra en piensos de conejos (Cuadro 1), tanto la granilla como la cascarilla de soja muestran un mayor tamaño de partícula que el heno de alfalfa. Así, la granilla y la cascarilla de soja contienen, respectivamente, un 63 y un 85 por 100 más de partículas mayores de 0,315 mm que el heno de alfalfa. El contenido en partículas mayores de 1,25 mm es un 14 por 100 menor en la granilla respecto al heno de alfalfa, mientras que en la cascarilla de soja es un 76 por 100 mayor. La cascarilla de soja y el heno de alfalfa tienen una densidad en seco y una capacidad de hidratación muy similares, y mayores que la de la granilla (un 76 y un 207 por 100, respectivamente). La reducida capacidad de hidratación de la granilla posiblemente esté relacionada con su elevado grado de lignificación y cutinización, ya que son ambas sustancias hidrofóbicas (Van Soest, 1994).

2. Valoración nutritiva

La digestibilidad de la energía de la granilla es de un 26,8 por 100, que es parecido al obtenido por diferencia para la FND (Cuadro 2), lo que supone un contenido en energía digestible de 1.317 kcal/kg MS. Este valor es superior al obtenido por García et al. (1996) para la paja tratada con sosa y cascarilla de girasol, subproductos fibrosos con un 10 por 100 menos de FND y un menor grado de lignificación de la misma. Sin embargo, Maertens y De Groote (1984) obtuvieron una digestibilidad de la energía menor (14,6 por 100) y, por tanto, una menor concentración de energía digestible (738 kcal/kg MS), utilizando un nivel de inclusión mayor de granilla (40 por 100). Las últimas Tablas publicadas sobre valoración de alimentos en conejos (Villamide et al., 1998) han asignado a este alimento una concentración de energía digestible de 743 kcal/kg MS, valor muy parecido al de la paja (722 kcal/kg MS).

Cuadro 2. Valor nutritivo de las fuentes de fibra.

	Granilla desengrasada de uva	Cascarilla de soja	Heno de alfalfa ¹
Método	Sustitución	Sustitución	Directo
(% inclusión)	(15)	(24)	(100)
ED, kcal/kg MS	1.317	1.475	1.845
Coeficientes de digestibilidad, %			
Energía	26,8	34,5	43,1
PB	46,8 ¹	30,0	71,9
FND	24,5 ¹	30,6	24,3

¹ Valor medio de 5 henos de alfalfa.

Fuente: García et al., 1995a; García et al., 1997b; García et al., 1999b; García et al., 2000b; ¹García et al., datos no publicados.

La digestibilidad de la FND de la granilla determinada por el método de sustitución es similar a la del heno de alfalfa (Cuadro 2). Sin embargo, cuando se determina la digestibilidad de la FND utilizando un pienso donde la única fuente de fibra era la granilla, se obtuvo un valor menor (8,6 por 100. Cuadro 3). Esta diferencia puede deberse al mayor grado de lignificación de la FND del pienso semipurificado de granilla respecto a la ración basal en la que se sustituyó un 15% de granilla (73 vs 20 por 100 respectivamente). Como consecuencia, el tiempo de fermentación podría haber sido más corto y la eficacia de la digestión microbiana menor (ver Cuadro 3). Por su parte, Maertens y De Groote (1984) determinaron un valor de digestibilidad de la fibra bruta de la granilla del 12 por 100.

La digestibilidad de la proteína de la granilla fue relativamente elevada y similar a la obtenida por Maertens y De Groote (1984) (46,8 y 45,1 por 100, respectivamente), si bien, son valores inferiores a los obtenidos para el heno de alfalfa (72 por 100. Cuadro 2). Estos valores concuerdan con el porcentaje de proteína ligado a la FND de la granilla (55 por 100).

Los valores de digestibilidad de la energía obtenidos para la cascarilla de soja tanto en el trabajo de Maertens y De Groote (1984), como en el de García et al. (1997b) (34,5 y 44,3 por 100, respectivamente), fueron ligeramente mayores que los observados para la digestibilidad de la FND (Cuadro 2), lo que podría ser consecuencia de la elevada digestibilidad de las pectinas (61 por 100, García et al., 1999a) y de los oligosacáridos. Estos autores obtuvieron unos contenidos de energía digestible para este alimento de 1.946 y 1.475 kcal/kg MS, respectivamente. Los cuadros más recientes sobre valoración de alimentos en conejos (Villamide et al., 1998) han asignado a este alimento una concentración en energía digestible de 1.912 kcal/kg MS, que es similar a la del heno de alfalfa con un contenido en proteína del 15 por 100 (1.967 kcal/kg MS).

La digestibilidad de la fibra de la cascarilla de soja debería de ser elevada a tenor del reducido grado de lignificación de su pared celular. Sin embargo, la digestibilidad de la FND determinada tanto por el método de sustitución (García et al., 1997b) como mediante la utilización de un pienso en donde la cascarilla de soja era la única fuente de fibra (García et al., 1999a) fue aproximadamente del 30 por 100 (Cuadro 2). Maertens y De Groote (1984) observaron un valor para la digestibilidad de la fibra bruta incluso menor (6 por 100) utilizando el método de sustitución.

La mayor parte de la pared celular de la cascarilla de soja está compuesta por celulosa y hemicelulosa que son digeridas lentamente por la flora microbiana (De Smet et al., 1995; Escalona et al., 1999). La digestión ruminal de la pared celular de la cascarilla es casi completa a las 72 h. Sin embargo, el tiempo medio de retención cecal de este alimento en conejos (14,1 h, García et al., 1999a) limita la digestión de la fibra. La digestibilidad de los polisacáridos no amiláceos (35 por 100, García et al., 1999a) es mayor que la de la FND debido a la elevada digestibilidad de las pectinas, componente de la pared celular que no es incluido en el residuo de FND. Este valor es menor que el encontrado en este mismo trabajo para el heno de alfalfa (39 por 100) y mayor que el correspondiente a la paja tratada (25 por 100).

La digestibilidad de la proteína de la cascarilla de soja fue relativamente baja en el trabajo de Maertens y De Groote (1984) y en el de García et al. (1997b) (54,4 y 30,0 por 100, respectivamente) en comparación con los obtenidos para distintos henos de alfalfa (García et al., 1995a). Lo mismo sucede en otras especies no rumiantes y, en parte, podría explicarse por la elevada proporción de proteína ligada a la fibra (31-43 por 100 de PB-FND sobre la PB total; García et al., 1997b; García et al., 2000a) o a un incremento de las pérdidas endógenas de nitrógeno en las heces duras. Sin embargo, la digestibilidad de la proteína podría variar en función de la cantidad de endospermo que permanezca unido a la cascarilla. En este sentido, sería de esperar una mayor digestibilidad al aumentar el contenido proteico de las muestras.

3. Fermentación cecal y actividad enzimática en el intestino delgado

Los parámetros cecales determinados en animales alimentados con un pienso cuya única fuente de fibra era granilla o cascarilla de soja (García et al., 2000a; García et al., 2000b) se muestran en el cuadro 3. Estos resultados se compararon con los obtenidos con otro pienso basado en heno de alfalfa, que es la fuente de fibra mayoritaria en piensos de conejos.

El peso del contenido cecal, expresado como proporción del peso vivo, fue un 32 por 100 mayor en los animales que consumieron cascarilla de soja respecto a los que ingirieron granilla, mientras que los de heno de alfalfa mostraron un valor intermedio. Estos resultados concuerdan con el menor tiempo medio de retención cecal obtenido para la granilla respecto al pienso basado en cascarilla de soja (7,61 vs 14,1 h, respectivamente) y, en parte, explicaría el mayor nivel de ingestión de los animales que consumieron granilla (149 vs 129 g, respectivamente). Sin embargo, estos resultados no se corresponden con la proporción de partículas mayores de 0,315 mm en cada ingrediente, que deberían perjudicar la entrada y un mayor tiempo medio de retención de la digesta en el ciego (Björnhag, 1972; Gidenne, 1993; García et al., 1999a).

Cuadro 3. Efecto de la inclusión de granilla (GR), cascarilla de soja (CS), y heno de alfalfa (HA), como únicas fuentes de fibra en el pienso sobre la digestibilidad de la FND, parámetros relacionados con la fermentación cecal, velocidad de tránsito y actividad enzimática en el intestino delgado.

	61,3% GR	62,2% CS	75,2% HA
<i>Digestibilidad (n = 10)</i>			
Consumo, g MS/d	149	129	138
Digestibilidad de la FND, %	8,57	28,2	17,5
<i>Fermentación cecal y actividad enzimática (n = 10)</i>			
Peso del contenido cecal, % peso vivo	3,63	4,81	4,01
pH contenido cecal	6,26	5,61	5,83
N-NH ₃ , mmol/l	23,9	11,8	9,6
Actividad específica sacarásica			
Yeyuno (µmol glucosa/g proteína y 30 min)	3.826	4.332	4.335
Íleon (µmol glucosa/g proteína y 30 min)	1.826	1.514	1.512
Actividad específica maltásica			
Yeyuno (µmol glucosa/g proteína y 30 min)	20.622	16.726	15.685
Íleon (µmol glucosa/g proteína y 30 min)	12.687	6.448	6.639
<i>Cecotrofia (n = 10)</i>			
Excreción cecótrofos, g MS/d	23,9	21,4	22,0
Reciclaje total de nitrógeno a través de los cecótrofos, g MS/d	0,62	1,07	1,00
Reciclaje de nitrógeno microbiano a través de los cecótrofos, g MS/d	0,26	0,48	0,66
<i>Velocidad de tránsito (n = 5)</i>			
Tiempo de tránsito, h	5,08	5,87	—
Tiempo medio de retención total, h	16,5	23,5	—
Tiempo medio de retención cecal, h	7,61	16,4	—

Fuente: García et al., 1997a; García et al., 1999a; García et al., 2000a; García et al., 2000b; García et al., 2000c; García et al., 2000d.

El pH cecal fue más ácido en los animales que ingirieron cascarilla de soja que en los que consumieron heno de alfalfa, mientras el de los que ingirieron granilla fue más básico. Este resultado indicaría que los animales que consumieron cascarilla de soja respecto a las otras fuentes de fibra, tienen el contenido cecal seco más ácido, y además

tendrían una mayor concentración de ácidos grasos volátiles (García et al., 1999a).

Los animales que ingirieron granilla excretaron un 10 por 100 más de cecótrofos que los que consumieron cascarilla de soja y heno de alfalfa, si bien, reciclaron un 40 por 100 menos de nitrógeno a través de los mismos. El reciclaje diario de nitrógeno microbiano fue menor en los animales que ingirieron cascarilla de soja y granilla, respecto aquellos que consumieron heno de alfalfa (un 27 y un 61 por 100, respectivamente). El factor limitante de la síntesis de nitrógeno microbiano en los animales alimentados con granilla probablemente fuese la cantidad de energía disponible en el ciego o el reducido tiempo medio de retención cecal (7,61 h), ya que la concentración de amoníaco cecal fue muy elevada (23,9 mmol/l).

Por último, se ha estudiado la influencia que ejercen estas fuentes de fibra sobre la actividad de las disacaridasas en el intestino delgado, ya que en trabajos previos se ha observado un efecto negativo de la concentración en lignina del pienso sobre la misma y sobre la morfología de la mucosa intestinal (Chiou et al., 1994; García et al., 1997a). Los animales alimentados con cascarilla de soja tuvieron actividades sacarásicas y maltásicas muy similares a los alimentados con heno de alfalfa (Cuadro 3), mientras que aquellos que tomaron granilla mostraron, en general, una actividad ezimática superior (entre un 21 y un 94 por 100). Estos resultados indican que la granilla afecta positivamente a la capacidad enzimática en el intestino delgado, lo que podría reflejar una mayor capacidad funcional de la mucosa de los animales alimentados con esta fuente de fibra (Tang et al., 1999), y, por tanto, beneficiar la digestión de los hidratos de carbono.

4. Rendimientos productivos

4.1. Efecto de la inclusión de granilla desengrasada de uva sobre los rendimientos productivos de conejos en crecimiento

La utilización de granilla en piensos de conejos se ha estudiado mediante la sustitución de un 15,2 por 100 de un pienso comercial (o

ración basal: 17 por 100 PB, 41 por 100 FND, 5,7 por 100 LAD, sobre MS) por granilla (García et al., 1999b y c).

La inclusión de granilla redujo la digestibilidad de la energía y de la FND, sin modificar la de la proteína (Cuadro 4). Esto se tradujo en una disminución del 7,2 por 100 del contenido en energía digestible y en un incremento del 9,6 por 100 del consumo durante el periodo total de cebo. Este aumento del consumo es 2,4 unidades porcentuales superior a la reducción que se produce en el contenido de energía digestible en el pienso con granilla, lo que supone que los animales alimentados con este pienso ingirieron diariamente un 1,6 por 100 más de energía digestible. Esto explicaría la mayor velocidad de crecimiento observada al incorporar un 15,2 por 100 de granilla en la ración (42,8 vs 44,2 g/d).

Este sobreconsumo observado en los animales que ingirieron el pienso con un 15,2 por 100 de granilla podría deberse a una reducción del tiempo medio de retención cecal (García et al., 2000b) que se reflejaría en la disminución observada en el peso del contenido cecal (Cuadro 4). Este incremento del consumo redujo el índice de transformación únicamente un 5,3 por 100, valor menor de lo esperado.

La inclusión de granilla no modificó la mortalidad durante el cebo, ni los parámetros relacionados con la fermentación (pH y concentración cecal de ácidos grasos volátiles y N-NH₃), ni las actividades específicas maltásica (en yeyuno e íleon) y sacarásica (en yeyuno) (García et al., 2000d). Sin embargo, estos autores observaron que la utilización de granilla aumentó un 36 por 100 la actividad específica sacarásica en el íleon, lo que podría estar relacionado con una mayor capacidad funcional de la mucosa ileal (Tang et al., 1999) y con los mejores rendimientos obtenidos con el pienso con granilla.

En definitiva, los resultados de estos trabajos muestran la posibilidad de incrementar la inclusión de granilla desengrasada de uva en piensos de conejos en crecimiento sin perjudicar sus rendimientos productivos.

Cuadro 4. Efecto de la sustitución de un 15,2 por 100 de una ración basal (pienso comercial) por granilla desengrasada de uva sobre los rendimientos productivos de gazapos en crecimiento.

	Ración basal ¹	15,2% Granilla	EEM	P
<i>Prueba de digestibilidad (n = 9)</i>				
Consumo, g MS/d	155	178	5,9	0,018
Digestibilidad de la energía, %	57,8	52,9	0,53	0,001
Digestibilidad de la FND, %	29,7	23,6	1,38	0,009
Digestibilidad de la PB, %	73,9	71,9	1,03	NS ²
Energía digestible, kcal/kg MS	2.537	2.352	23.6	0.001
<i>Prueba de fermentación cecal (n = 20)</i>				
Peso del contenido cecal, % peso vivo	4,97	4,58	0,14	0,06
pH cecal	5,68	5,64	0,05	NS
N-NH ₃ , mmol/l	9,63	10,5	0,73	NS
Ácidos grasos volátiles, mmol/l	73,7	75,6	2,51	NS
<i>Prueba de cebo (n = 84)</i>				
Ganancia media diaria, g	42,8	44,2	0,41	0,050
Consumo medio diario, g	125	137	1,06	0,001
Índice de transformación, g ganancia/g consumo	0,342	0,324	0,003	0,001
Mortalidad, %	7,14	13,1	—	NS

¹Los ingredientes incluidos en la ración basal fueron (en %): heno de alfalfa (30,3), salvado (33), paja de cereal (5), pulpa de remolacha (4), raicilla de S. Martín (4), germen de maíz (6,02), cebada (2), melaza de caña (2,5), manteca (1,09), girasol-28 (2,9), soja-44 (1,89), DDGS maíz (2), gluten feed (2), granilla de uva (1,64), cloruro de colina (0,03), alimet (0,01), lisina líquida 50% (0,09), treonina (0,04), robenidina (0,1), carbonato (0,64), sal (0,5), minerales y vitaminas (0,17).

²NS = No significativo (P > 0,10).

Fuente: García et al., 1999b; García et al., 1999c.

4.2. Efecto de la inclusión de cascarilla de soja sobre los rendimientos productivos de conejos en crecimiento y conejas reproductoras.

El efecto de sustituir gradualmente una mezcla de heno de alfalfa y paja de cebada tratada con sosa (50:50) por cascarilla de soja sobre varios parámetros digestivos y productivos ha sido estudiado recientemente por Nicodemus et al. (1999a). Los piensos utilizados fueron iso-fibrosos (alrededor de 43 por 100 FND sobre MS) y cubrían todas las necesidades de nutrientes esenciales para conejos (De Blas y Mateos, 1998). Todos los piensos tuvieron un tamaño de partícula similar, variando la proporción de partículas mayores de 0,315 mm entre un 28,7 y un 32,9 por 100, y difirieron en la concentración de LAD, que disminuyó desde un 5,9 hasta un 3,3 por 100 al aumentar el nivel de inclusión de cascarilla de soja. Los resultados obtenidos en este trabajo se muestran en los cuadros 5 y 6.

El consumo, que fue medido independientemente en tres experimentos distintos, tendió a disminuir (alrededor de un 10 por 100) con el mayor nivel de inclusión de cascarilla de soja (40 por 100), sin observarse diferencias entre los piensos con menores niveles de inclusión. También se observó un efecto paralelo del pienso sobre el peso del contenido cecal, lo que concuerda con observaciones previas realizadas utilizando raciones semipurificadas (Cuadro 3). Este efecto podría deberse al relativamente elevado tiempo medio de retención cecal de la cascarilla de soja (Cuadro 3), que podría estar relacionado bien con una velocidad de fermentación más lenta, bien con la menor concentración de lignina de la cascarilla de soja con respecto a la mezcla de alfalfa y paja. Gidenne y Pérez (1994) también han observado un mayor tiempo medio de retención cecal al reducir el contenido de LAD del pienso. En este sentido, De Blas et al. (1999) establecieron una relación negativa entre el tiempo medio de retención cecal y el peso del contenido cecal con el consumo de alimento.

La acumulación de digesta en el ciego observada al introducir un 40% de cascarilla de soja en el pienso condujo a un menor consumo de alimento y a un descenso significativo (de un 5 por 100) en la ganan-

cia media diaria durante el período de cebo con respecto a la media de los otros tres piensos. Sin embargo, las digestibilidades de la FND y de la energía mejoraron en un 19 y un 4 por 100, respectivamente ($P < 0,001$), por lo que el índice de transformación (g incremento de peso/g alimento ingerido) aumentó un 6 por 100 ($P = 0,03$). La inclusión de cascarilla no afectó a la mortalidad.

La digestibilidad de la proteína se redujo linealmente ($P < 0,001$) con la inclusión de cascarilla de soja, lo que se debería a la menor digestibilidad de la proteína de la cascarilla respecto a la del heno de alfalfa (Cuadro 2). La inclusión de cascarilla de soja redujo linealmente el reciclaje de proteína bruta a través de los cecótrofos ($P = 0,05$), lo que también podría estar relacionado con el descenso en la digestibilidad de la PB. La concentración cecal de ácidos grasos volátiles aumentó linealmente con la inclusión de cascarilla de soja ($P = 0,05$), lo que se reflejó en una acidificación del ciego de los animales que ingirieron un 40 por 100 de este alimento. No se observó efecto alguno de la utilización de cascarilla de soja sobre las actividades específicas sacarásicas y maltásicas en el intestino delgado (Nicodemus et al., datos sin publicar).

Los mismos piensos utilizados en el experimento anterior fueron suministrados a conejas en lactación y gazapos de 21 a 30 d de edad (Cuadro 6). El consumo de las conejas, la producción de leche y el peso de la camada a los 21 d de edad disminuyeron linealmente (13 por 100 de media. $P < 0,02$) con el nivel de inclusión de cascarilla de soja. Sin embargo, el tratamiento no afectó al consumo ni al crecimiento de los gazapos jóvenes. Además, el índice de transformación (expresado como kg de gazapos destetados/kg de alimento ingeridos por las conejas y los gazapos) fue un 8,7 por 100 superior ($P = 0,02$) para el mayor nivel de inclusión de cascarilla de soja que para la media de los otros tres piensos.

Los resultados de este trabajo indican que la cascarilla de soja puede incluirse hasta un 27 por 100 en piensos de conejos en crecimiento sin perjudicar los rendimientos productivos, mientras que la utilización de niveles crecientes de este alimento en conejas reproductoras reduce el consumo y la producción de leche de las mismas.

4.3. Efecto de la inclusión de granilla desengrasada de uva y cascarilla de soja sobre los rendimientos productivos de conejos en crecimiento y conejas reproductoras.

Para confirmar si los resultados obtenidos anteriormente se debían a un exceso de cascarilla de soja o a un déficit de lignina, Nicodemus et al. (1999_b y 2000) formularon cuatro piensos isofibrosos, isolignificados (alrededor de 42.5 por 100 FND y 7 por 100 LAD, ambos sobre MS), y con un contenido similar de partículas mayores de 0,315 mm (entre un 32.2 y un 36.9 por 100). Para ello, sustituyeron gradualmente heno de alfalfa (14 por 100), cascarilla de girasol (14 por 100) y paja tratada con sosa (12 por 100), por una mezcla de cascarilla de soja y granilla (81:19). Con la inclusión de granilla junto a la cascarilla de soja en la mezcla se equilibra el contenido en lignina del pienso y se trata de evitar un excesivo tiempo medio de retención cecal que limite el consumo de los animales. Las raciones cubrían todas las necesidades de nutrientes esenciales para conejos (De Blas y Mateos, 1998).

Los resultados obtenidos en este trabajo se muestran en los Cuadros 7 y 8. La inclusión de cascarilla de soja y granilla no modificó la digestibilidad de la energía y de la FND, pero redujo la digestibilidad de la proteína (Cuadro 7). Esto se debería posiblemente a la menor digestibilidad de la proteína de la cascarilla de soja con respecto a la del heno de alfalfa (Cuadro 2). La utilización de cascarilla de soja y granilla tampoco alteró los parámetros relacionados con la cecotrofia y la mortalidad durante el cebo. Sin embargo, el nivel más alto de inclusión de cascarilla de soja y granilla (32,5 y 7,5 por 100, respectivamente) redujo en un 4,1 por 100 el consumo, lo que se tradujo en un descenso de la ganancia media diaria de un 5,1 por 100, y, por tanto, no alteró el índice de transformación. En este caso, el descenso del consumo no se debería a un déficit de lignina, sino al elevado nivel de inclusión de cascarilla de soja. Este efecto estaría relacionado con el elevado tiempo medio de retención cecal de este alimento y con la acumulación de digesta que produce en el ciego (Cuadros 3 y 5).

La utilización de cascarilla de soja y granilla no afectó al consumo de las conejas, si bien con los mayores niveles de inclusión de estos alimentos la producción de leche y el número de nacidos vivos por

camada tendieron a disminuir un 6 por 100 ($P = 0,12$) y un 10 por 100 ($P = 0,09$), respectivamente (Cuadro 8). La utilización de cascarilla de soja y granilla no alteró los rendimientos de los gazapos lactantes.

Los resultados de estos trabajos muestran que la inclusión de niveles elevados de cascarilla de soja (32,5 por 100) tiene poco efecto sobre los rendimientos productivos si se mantiene el nivel de lignina del pienso. Así, podría ser interesante el uso de cascarilla de soja en combinación con subproductos muy lignificados de menor coste como la granilla desengrasada de uva, en piensos de conejos.

5. Rendimientos productivos: conclusiones

1. La granilla desengrasada de uva tiene un contenido en energía digestible (1.317 kcal/kg MS) superior a lo esperado de acuerdo con su elevado grado de lignificación (59 por 100 LAD sobre MS).
2. La cascarilla de soja no es muy digestible en conejos a pesar de su reducido grado de lignificación. La digestibilidad de los polisacáridos no amiláceos (35 por 100) y su contenido en energía digestible (1.475 kcal/kg MS) son similares a los del heno de alfalfa.
3. Un nivel de inclusión de un 15 por 100 de granilla favorece la ingestión de alimento y mejora la velocidad de crecimiento en animales en cebo.
4. La cascarilla de soja puede introducirse en piensos de conejos en cebo hasta niveles del 27 por 100 sin perjudicar los rendimientos productivos. Sin embargo, niveles de inclusión mayores (40 por 100) producen una acumulación de digesta en el ciego y reducen el consumo y la velocidad de crecimiento. Las conejas en lactación alimentadas con niveles crecientes de cascarilla de soja tienden a reducir ligeramente de forma lineal el consumo de alimento y la producción de leche.
5. La utilización de una combinación de cascarilla de soja y granilla (en una proporción 81:19) permite incluir hasta un 32,5 por 100 de cascarilla de soja y sustituir completamente el heno de alfalfa en piensos de cebo y de conejas en lactación sin perjudicar los rendimientos productivos.

Cuadro 5. Efecto de la sustitución de heno de alfalfa y paja de cebada tratada con sosa por cascarilla de soja sobre varios parámetros relacionados con la digestión y el rendimiento en cebo de los conejos.

	Piensos ¹				EEM	Contrastes ²		
	A	B	C	D		1	2	3
Nivel de inclusión de heno de alfalfa, %	20,0	13,3	6,6	0				
Nivel de inclusión de paja de cebada tratada con sosa, %	20,0	13,3	6,6	0				
Nivel de inclusión de cascarilla de soja, %	0	13,3	26,6	40,0				
<i>Prueba de digestibilidad (n = 10)</i>								
Consumo, g MS/d	155	159	156	139	8,03	0,06	NS ³	NS
Digestibilidad de la energía, %	55,0	56,3	54,7	57,5	0,70	0,01	NS	NS
Digestibilidad de la FND, %	20,9	24,6	22,9	27,1	1,20	0,004	NS	NS
Digestibilidad de la PB, %	76,6	73,4	72,2	71,2	0,70	0,004	NS	NS
Energía digestible, kcal/kg MS	2.509	2.543	2.457	2.554	31.5	NS	NS	NS
<i>Prueba de cecotrofia (n = 11)</i>								
Consumo 3 d previos, g MS/d	143	158	160	133	9,06	0,05	NS	NS
Excreción de cecótrofos, g MS/d	29,2	26,6	24,8	24,1	1,99	NS	NS	NS
Reciclaje total de nitrógeno a través de los cecótrofos, g MS/d	1,28	1,18	1,05	1,01	0,48	NS	NS	NS
<i>Prueba de fermentación cecal (n = 10)</i>								
Consumo, g MS/d	160	172	174	134	9,6	0,07	NS	NS
Peso del contenido cecal, % peso vivo	4,29	4,60	4,57	5,13	0,22	0,02	NS	NS
pH cecal	5,99	5,97	5,92	5,80	0,05	0,009	NS	NS
N-NH ₃ , mmol/l	9,14	6,86	7,64	8,43	1,13	NS	NS	NS
Ácidos grasos volátiles, mmol/l	59,6	65,4	70,8	72,6	4,86	NS	NS	NS
<i>Prueba de cebo (n = 40)</i>								
Consumo, g/d	122	123	123	110	1,81	0,001	NS	NS
Ganancia media diaria, g	42,3	41,4	43,0	40,2	0,78	0,04	NS	NS
Índice de transformación, g ganancia/g consumo	0,34	0,34	0,35	0,36	0,005	0,03	NS	NS
Mortalidad, %	7,50	10,0	7,50	17,5	5,53	NS	NS	NS

¹ Ración basal (en %): Girasol integral (14,7), cebada (7,57), melaza caña (1), manteca (2,07), soja integral (7), gluten maíz 20 (4,9), salvado (20), carbonato cálcico (0,92), fosfato cálcico (0,98), cloruro sódico (0,48), cloruro de colina 75 (0,03), alimet (0,04), robenidina 6,6% (0,1), minerales y vitaminas (0,16).

² 1 = Pienso D vs C, B, A; 2 = Pienso C vs B, A; 3 = Pienso B vs A. ³NS = No significativo (P > 0,10).

Fuente: Nicodemus et al., 1999a.

Cuadro 6. Efecto de la sustitución de heno de alfalfa y paja de cebada tratada con sosa por cascarilla de soja sobre los rendimientos productivos de conejas en lactación y gazapos antes del destete (Nicodemus et al., 1999a).

	Piensos				EEM ¹	Contrastes ²		
	A	B	C	D		1	2	3
Nivel de inclusión de heno de alfalfa, %	20,0	13,3	6,6	0				
Nivel de inclusión de paja de cebada tratada con sosa, %	20,0	13,3	6,6	0				
Nivel de inclusión de cascarilla de soja, %	0	13,3	26,6	40,0				
<i>Conejas reproductoras</i>								
Consumo de las conejas, g/d	413	385	378	353	8,97	0,001	0,05	0,03
Producción de leche por lactación, kg	6,17	5,48	5,42	5,33	0,19	NS ³	0,09	0,02
Número de nacidos vivos por camada	9,54	10,3	9,00	10,0	0,47	NS	NS	NS
Número de destetados por camada	8,58	8,07	8,20	8,91	0,40	NS	NS	NS
<i>Camada</i>								
Consumo de la camada entre los 21 y 30 d de edad, g/d	152	148	146	141	10,7	NS	NS	NS
Ganancia media diaria de los gazapos entre los 21 y 30 d de edad, g	25,4	23,9	24,8	25,8	1,31	NS	NS	NS
Peso de la camada a los 21 d de edad, kg	3,11	2,86	2,82	2,80	0,09	N	NS	0,07
Peso de la camada al destete, kg	5,17	4,85	4,86	4,93	0,17	NS	NS	NS
Índice de transformación, kg destetados/kg consumidos	0,42	0,42	0,43	0,46	0,014	0,02	NS	NS

¹n = 12.

²1 = Pienso D vs C, B, A; 2 = Pienso C vs B, A; 3 = Pienso B vs A. ³NS = No significativo (P > 0,10).

Fuente: Nicodemus et al., 1999a.

Cuadro 7. Efecto de la sustitución de heno de alfalfa, cascarilla de girasol y paja de cebada tratada con sosa por granilla desengrasada de uva y cascarilla de soja en piensos isofibrosos e isolignificados sobre varios parámetros relacionados con la digestión y el rendimiento en cebo de los conejos (Nicodemus et al., 1999b).

	Pensos ¹				EEM ¹	Contrastes ²		
	A	B	C	D		1	2	3
Nivel de inclusión de heno de alfalfa, %	14,0	9,34	4,66	0				
Nivel de inclusión de cascarilla de girasol, %	14,0	9,34	4,66	0				
Nivel de inclusión de paja de cebada tratada con sosa, %	12,0	8,10	4,10	0				
Nivel de inclusión de granilla desengrasada de uva, %	0	2,50	5,00	7,50				
Nivel de inclusión de cascarilla de soja, %	0	10,80	21,7	32,5				
<i>Prueba de digestibilidad (n = 9)</i>								
Consumo, g MS/d	131	139	136	133	4,85	NS ³	NS	NS
Digestibilidad de la energía, %	56,7	54,6	54,0	55,5	0,90	NS	NS	NS
Digestibilidad de la FND, %	22,3	19,5	22,0	22,5	1,60	NS	NS	NS
Digestibilidad de la PB, %	75,6	73,7	72,4	70,3	1,00	0,005	0,08	NS
Energía digestible, kcal/kg MS	2.509	2.438	2.390	2.462	39,9	NS	NS	NS
<i>Prueba de cecotrofia (n = 10)</i>								
Consumo 3 d previos, g MS/d	133	139	141	135	5,03	NS	NS	NS
Excreción de cecótrofos, g MS/d	24,1	24,4	25,8	25,2	1,43	NS	NS	NS
Reciclaje total de nitrógeno a través de los cecótrofos, g MS/d	0,91	0,96	0,97	0,96	0,23	NS	NS	NS
<i>Prueba de cebo (n = 40)</i>								
Consumo, g/d	37,6	36,6	37,8	35,8	0,57	0,03	NS	NS
Ganancia media diaria, g	111	111	113	106	1,50	0,006	NS	NS
Índice de transformación, g ganancia/g consumo	0,338	0,329	0,333	0,335	0,005	NS	NS	NS
Mortalidad, %	2,5	12,5	7,5	2,5	0,05	NS	NS	NS

¹ Ración basal (en %): Cebada (13), melaza caña (1,5), Manteca (0,91), girasol integral (10), torta de soja (11,7), gluten de maíz 20 (2), salvado de trigo (19,4), carbonato cálcico (0,63), cloruro sódico (0,45), cloruro de colina 75 (0,03), alimet (0,06), robenidina 6,6% (0,1), minerales y vitaminas (0,17).

² 1 = Pienso D vs C, B, A; 2 = Pienso C vs B, A; 3 = Pienso B vs A. ³NS = No significativo (P > 0,10).

Fuente: Nicodemus et al., 1999a.

Cuadro 8. Efecto de la inclusión de granilla desengrasada de uva y cascarilla de soja en piensos isofibrosos e isolignificados sobre los rendimientos productivos de conejas en lactación y gazapos antes del destete (Nicodemus et al., 1999b).

	Pensos				EEM ¹	Contrastes ²		
	A	B	C	D		1	2	3
Nivel de inclusión de heno de alfalfa, %	14,0	9,34	4,66	0				
Nivel de inclusión de cascarilla de girasol, %	14,0	9,34	4,66	0				
Nivel de inclusión de paja de cebada tratada con sosa, %		12,0	8,10	4,10	0			
Nivel de inclusión de granilla desengrasada de uva, %	0	2,50	5,00	7,50				
Nivel de inclusión de cascarilla de soja, %	0	10,80	21,7	32,5				
<i>Conejas reproductoras</i>								
Consumo de las conejas, g/d	434	434	422	411	14,1	NS ³	NS	NS
Producción de leche por lactación, kg	5,68	5,51	5,59	5,25	0,18	NS	NS	NS
Número de nacidos vivos por camada	9,86	10,2	9,83	8,93	0,51	0,09	NS	NS
Número de destetados por camada	8,64	8,66	8,30	8,14	0,45	NS	NS	NS
<i>Camada</i>								
Consumo de la camada entre los 21 y 30 d de edad, g/d	154	187	166	176	11,0	NS	NS	0,07
Ganancia media diaria de los gazapos entre los 21 y 30 d de edad, g	22,3	27,0	23,9	26,0	1,21	NS	NS	0,02
Peso de la camada a los 21 d de edad, kg	3,03	2,98	2,87	2,86	0,09	NS	NS	NS
Peso de la camada al destete, kg	4,89	5,19	4,88	5,01	0,14	NS	NS	NS
Índice de transformación, kg destetados/kg consumidos	0,375	0,404	0,388	0,408	0,012	NS	NS	NS

¹n = 14.

²1 = Pienso D vs C, B, A; 2 = Pienso C vs B, A; 3 = Pienso B vs A.

³NS = No significativo (P > 0,10).

Fuente: Nicodemus et al., 1999a.

5. Principales fuentes consultadas

- BJÖRNHAG G., 1972. Separation and delay of contents in the rabbit colon. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 7, 105-114.
- CHIOU, P.W.S., YU, B., LIN, CH., 1994. Effect of different components of dietary fiber on the intestinal morphology of domestic rabbits. *Comparative Biochemistry Physiology*, 108A:629-638.
- DE BLAS J.C., MATEOS G.G., 1998. Feed formulation. In: *The Nutrition of the Rabbit*, pp 241-254, De Blas J.C., Wiseman J.(Eds), CAB Int., Wallingford.
- DE BLAS J.C., GARCÍA J., CARABAÑO R., 1999. Role of fibre in rabbit diets: a review. *Annales Zootechnie*, 48: 3-13.
- DE BLAS J.C., VILLAMIDE M.J., CARABAÑO R., 1989. Nutritive value of cereal by-products for rabbits. 1. Wheat straw. *Journal of Applied Rabbit Research*, 12, 148-151.
- DE SMET J.L., BOEVER J.L., BRABANDER D.L., VANACKER J.M., BOUCQUE C.V., 1995. Investigation of dry matter degradation and acidotic effect of some feedstuffs by means of in sacco and in vitro incubations. *Animal Feed Science and Technology*, 51, 291-315.
- ESCALONA B., ROCHA R., GARCÍA J., CARABAÑO R., DE BLAS J.C., 1999. Characterization of in situ fibre digestion of several fibrous foods. *Animal Science*, 68, 217-221.
- FRAGA M.J., PÉREZ P., CARABAÑO R., DE BLAS J.C., 1991. Effect of type of fiber on the rate of passage and on the contribution of soft feces to nutrient intake of finishing rabbits. *Journal of Animal Science*, 69, 1566-1574.
- GARCÍA, A.I., GARCÍA, J., DE BLAS, C., PIQUER, J., CARABAÑO, R., 1997a. Efecto de la fuente de fibra sobre la actividad enzimática de la amilasa pancreática y las sacarosas en yeyuno e íleon. *ITEA*, 18: 190-192.
- GARCÍA J., PEREZ-ALBA L., ALVAREZ C., ROCHA R., RAMOS M., DE BLAS C., 1995a. Prediction of the nutritive value of lucerne

- hay in diets for growing rabbits. *Animal Feed Science and Technology*, 54: 33-44.
- GARCÍA, J., DE BLAS J.C., CARABAÑO R., GARCÍA P. 1995b. Effect of type of lucerne hay on caecal fermentation and nitrogen contribution through caecotrophy in rabbits. *Reproduction Nutrition Development*, 35:267-275.
 - GARCÍA J., VILLAMIDE M.J., DE BLAS J.C. 1996. Energy, protein and fibre digestibility of sunflower hulls, olive leaves and NaOH-treated barley straw for rabbits. *World Rabbit Science*, 4:205-209.
 - GARCÍA J., VILLAMIDE M. J., DE BLAS C., 1997b. Energy, protein and fibre digestibility of soya bean hulls for rabbits. *World Rabbit Science*, 5: 111-113.
 - GARCÍA J., CARABAÑO R., DE BLAS J.C., 1999a. Effect of fiber source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits. *Journal of Animal Science*, 77: 898-905.
 - GARCÍA J., NICODEMUS N., CARABAÑO R., DE BLAS C., 1999b. Efecto de la inclusión de granilla desengrasada de uva en piensos de conejos en crecimiento sobre los rendimientos productivos y determinación de su valor energético. *ITEA*, 20: 469-471.
 - GARCÍA J., NICODEMUS N., GARCÍA A., CARABAÑO R., DE BLAS C., 1999c. Efecto de la inclusión de granilla desengrasada de uva en piensos de conejos en crecimiento sobre los parámetros digestivos. *ITEA*, 20: 466-468.
 - GARCÍA J., PEREZ-ALBA L., CARABAÑO R., DE BLAS J.C., 2000a. Effect of fiber source on cecal fermentation and nitrogen recycled through cecotrophy in rabbits. *Journal of Animal Science*, 78:638-646.
 - GARCÍA J., NICODEMUS N., PEREZ-ALBA L., CARABAÑO R., DE BLAS J.C., 2000b. Characterization of fibre digestion of grape-seed meal and sunflower hulls in rabbits. I. Fibre digestibility and rate of passage. *7th World Rabbit Congress*. Valencia.

- GARCÍA J., NICODEMUS N., ESPINOSA A., CARABAÑO R., DE BLAS J.C., 2000c. Characterization of fibre digestion of grape-seed meal and sunflower hulls in rabbits. II. Caecal and caecotrophy traits. *7th World Rabbit Congress*. Valencia.
- GARCÍA J., NICODEMUS N., ESPINOSA A., PEREZ-ALBA L., CARABAÑO R., DE BLAS J.C., 2000d. Effect of inclusion of grape-seed meal on disaccharidase activity in the small intestine of growing rabbits. *7th World Rabbit Congress*. Valencia.
- GIDENNE T., 1992. Effect of fibre level, particle size and adaptation period on digestibility and rate of passage as measured at the ileum and in the faeces in the adult rabbit. *British Journal of Nutrition*, 67:133-146.
- GIDENNE T., 1993. Measurement of the rate of passage in restricted-fed rabbits: Effect of dietary cell wall level on the transit of fiber particles of different sizes. *Animal Feed Science and Technology*, 42, 151-163.
- GIDENNE T., PEREZ J.M., 1994. Apports de lignines et alimentation du lapin en croissance. 1. Conséquences sur la digestion et le transit. *Annales Zootechnie*, 43, 313-322.
- GIDENNE T., CARRÉ B., SEGURA M., LAPANOUSE A., GÓMEZ J., 1991. Fibre digestion and rate of passage in the rabbit: Effect of particle size and level of lucerne meal. *Animal Feed Science and Technology*, 32, 215-221.
- MAERTENS L., DE GROOTE G. (1984). Digestibility and digestible energy of a number of feedstuffs for rabbits. *Proc. III World Rabbit Congress*. Rome, Vol.I:244-251.
- MATEOS G.G., RIAL E. (1989). Tecnología para la fabricación de piensos compuestos para conejos. En: *Alimentación del conejo*. Ed. Mundi-Prensa. pp 101-132. Madrid.
- NICODEMUS N., CARABAÑO R., GARCÍA J., MENDEZ J., DE BLAS C., 1999a. Performance response of lactating and growing rabbits to dietary lignin content. *Animal Feed Science and Technology*, 80: 43-54.

- NICODEMUS N., GARCÍA J., CARABAÑO R., DE BLAS J.C., 1999b. Efecto de la inclusión de cascarilla de soja en dietas isofibrosas e isolignificadas sobre la productividad de conejas en lactación. *ITEA*, 20, 472-474.
- NICODEMUS N., GARCÍA J., CARABAÑO R., DE BLAS J.C., 2000. Performance response of growing rabbits to inclusion level of soya bean hulls and grape seed meal. *7th World Rabbit Congress*. Valencia.
- TANG, M., LAARVELD, B., VAN KESSEL, A.G., HAMILTON, D.L., ESTRADA, A., PATIENCE, J.F., 1999. Effect of segregated early weaning on postweaning small intestinal development in pigs. *Journal of Animal Science*. 77:3191-3200.
- VAN SOEST J. P., 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd Ed. Cornell University Press. Ithaca, London.
- VILLAMIDE M.J., DE BLAS C., CARABAÑO R., 1989. Nutritive value of cereal by-products for rabbits. 2. Wheat bran, corn gluten feed and dried distillers grains and solubles. *Journal of Applied Rabbit Research*, 12: 152-155.
- VILLAMIDE M.J., MAERTENS L., DE BLAS J.C., PEREZ J.M., 1998. Feed evaluation. In: *The Nutrition of the Rabbit*, pp 89-101, De Blas J.C., Wiseman J.(Eds), CAB Int., Wallingford.