

CONCENTRADOS DE PROTEÍNA PARA PIENSOS DE CONEJOS

Carabaño, R., Fraga, M.J. y Villamide, M.J.

Departamento de Producción Animal
Universidad Politécnica, 28040 Madrid

INTRODUCCION

Las principales fuentes de proteína de las dietas para conejos son de origen vegetal. En Europa, la torta de soja, importada en su práctica totalidad, ha constituido durante muchos años la fuente de proteína más utilizada; sin embargo, desde 1978 se ha promovido la siembra y el uso de granos de leguminosas con precios de garantía para los productores y subsidios financieros para los usuarios. Lo mismo ha ocurrido con algunas oleaginosas (girasol y colza). Como resultado de esa política, la producción de leguminosas y oleaginosas ha incrementado notablemente, hasta el punto de que, en 1991 se produce en la Unión Europea alrededor del 40% de la proteína que se consume, la mitad de la cual proviene de leguminosas (Gatel, 1994). Así, junto a la torta de soja, cada vez existe una mayor disponibilidad de granos de leguminosas (entre los que cabe incluir la soja integral) y de tortas resultantes de la extracción del aceite de semillas oleaginosas como girasol, algodón, colza, lino y cáñamo. Paralelamente, en los últimos veinte años se han realizado numerosos estudios con el fin de conocer mejor las particularidades nutritivas de los concentrados de proteína alternativos a la torta de soja aunque, desgraciadamente, los datos obtenidos en conejos son todavía insuficientes para poder ofrecer unas recomendaciones prácticas suficientemente contrastadas.

La calidad de un concentrado de proteína para los no-rumiantes viene dada por su composición en aminoácidos, la disponibilidad de

los mismos y los posibles efectos de los factores antinutritivos (FAN). Puesto que, de momento, no existen datos sobre las disponibilida-

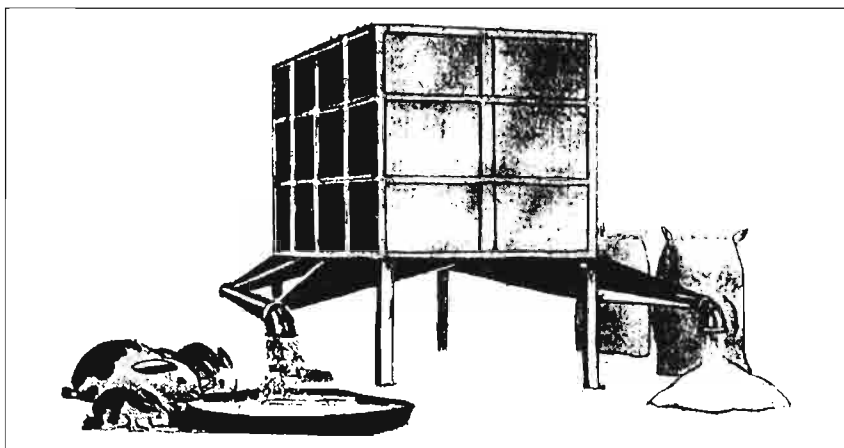


Tabla 1.-Factores antinutricionales contenidos en diversas fuentes de proteína vegetal (Tomado de Huisman y Tolman, 1992)

Granos	Inhibidores de tripsina	Lectinas	Compuestos polifenólicos	Otros
Leguminosas				
Soja	++/+++	++	-	++/+++ ^{A,C}
Haba (<i>Vicia faba</i>)	+	+	+/+/+++	+/+/+++ ^B
Judía (<i>Ph. vulgaris</i>)	-/+/++	+/+/+++	+/++	+/+/+++ ^A
Guisante (<i>P. sativum</i>)	+/++	+/++	+/++	-
Lentejas, garbanzos	+/++	+/++	-/+/++	-
Altramuz (<i>Lupinus</i>)	-	-	-	+/+/+++ ^C
Otras semillas				
Colza	-	-	+/++	+/+/+++ ^{AD}
Girasol	-/+	-	+/++	-
Algodón	-/+	-	-	+/+/+++ ^E

-, por debajo del nivel de detección; +, nivel bajo; ++, nivel medio; +++, nivel alto. /, variedades distintas del mismo material pueden tener características diferentes. A, proteínas antigénicas; B, vicina/convicina, C, alcaloides; D, glucosinolatos y sinapina; E, gossipol.

des de aminoácidos medida en conejos, interesa conocer su digestibilidad y la de la proteína. Los datos hasta ahora obtenidos expresan valores de digestibilidad aparente, ya que, en conejos, son difíciles de obtener valores fiables relativos al nitrógeno endógeno (reingestión de heces blandas) y más en el caso de materias primas que, por su contenido en FAN, pueden modificar la composición y cantidad de las secreciones endógenas. En todo caso, conviene recordar que, en los piensos convencionales de conejos, además del aporte de los cereales, una parte importante de la proteína (alrededor de un 35%) procede de forrajes, sobre todo del heno de alfalfa.

FACTORES ANTINUTRITIVOS

Uno de los motivos que limitan el uso de leguminosas y algunas tortas en las dietas de monogástricos es su contenido en factores que afectan negativamente el crecimiento o la salud de los animales. La finalidad de la mayoría de estos FAN es suministrar a las plantas que los contienen protección natural frente a los ataques de hongos, bacterias, insectos y pájaros. La elevada variabilidad de las concentraciones de estos factores, entre y dentro de cada variedad, facilita la labor de los genetistas en la tarea de rebajar las concentraciones de FAN. Sin embargo, este método implica la pérdida del papel que juegan en el crecimiento y protección de las plantas.

Dado que gran parte de las semillas y tortas empleadas como concentrados protéicos contienen FAN (ver Tabla 1), conviene revisar

Tabla 3.-Actividad inhibidora de la tripsina (TIU/mg de producto) de las principales leguminosas¹.

	Actividad inhibidora de tripsina
Habas	0,5-6,2
Garbanzos	1,68-11,9
Soja	21,1-74,5
Judías	10,9-25,9
Guisantes	
variedades de primavera	2,3-4,9
variedades de invierno	7,9-15,9
Altramuz	0,16-25,9

¹Valores de Newton y Hill (1983), Leterme et al. (1989), Saini (1989) y Savage (1989)

la información de sus efectos sobre los conejos, ya que no es posible extrapolar los resultados obtenidos en otros animales al haberse detectado notables diferencias entre especies.

Los **taninos** son compuestos fenólicos que complejan con proteínas y otras moléculas, reduciendo sobre todo la disponibilidad de la proteína de la ración. También complejan con enzimas digestivos, proteínas de la mucosa o glucoproteínas de la saliva. Los taninos de las habas se encuentran principalmente en la testa del grano, y su concentración depende de la variedad, estando relacionada con el color de la flor. Las variedades de flor blanca contienen menos taninos que las de color (Tabla 2). Si la semilla se descascarilla se reduce el contenido en taninos, pero también se reduce la concentración de aminoácidos azufrados y lisina, que se hallan en mayor proporción en la testa que en el cotiledón (Marquardt y col., 1975). Seroux (1984) comparó la utilización de dietas en las que la torta de soja era reemplazada por un 30% de dos variedades de habas, una de ellas

(Blanche) libre de taninos y la otra (Ascott) con 5 mg de taninos/kg de MS. El aumento de peso y el índice de conversión fueron similares a los obtenidos con la dieta control. Motta-Ferreira y col. (1995) estudiaron dietas con niveles de taninos (procedentes de orujo de uva) similares (1,35 g/kg de MS) a los obtenidos con la variedad Ascott y tampoco observaron disminución en el crecimiento, aunque el índice de conversión empeoró. La digestibilidad de la proteína disminuyó tanto en el ciego (mostrando un bajo nivel de amoníaco) como en el intestino delgado (Merino y Carabaño, 1992). En otras especies (cerdos) se toleran dosis de hasta 3-5 g de taninos/kg de MS, aunque a dichos niveles ya se observa una disminución de la digestibilidad de la proteína. Es preciso remarcar que existen diversos métodos analíticos para determinar los niveles de taninos y otros polifenoles, pero no son específicos y no siempre distinguen entre polifenoles tóxicos y no tóxicos, por lo que, al decidir los niveles de inclusión, deben respetarse amplios márgenes de seguridad.

Algunas leguminosas contienen sustancias con actividad **inhibidora de la tripsina** (IT)¹. En la Tabla 3 se muestra el contenido de estos inhibidores en distintos granos según los datos de varios autores: la soja cruda muestra las mayores concentraciones. Los IT reducen la disponibilidad de la proteína para el crecimiento. Además, en pollos y

Tabla 2.-Distribución de los taninos (% MS) en semillas de habas con flor blanca y de color (Griffiths and Jones, 1977).

	Testa	Cotiledón	Grano entero
Flor blanca	0,32-0,50	0,74-0,88	0,75-0,81
Flor de color	5,34-7,42	0,78-0,91	1,34-2,00

ratas, producen hipertrofia del páncreas, incrementando las necesidades de aminoácidos azufrados para la síntesis de enzimas pancreáticas, lo que acentúa la deficiencia en tales aminoácidos propia de las leguminosas.

Sánchez y col. (1984) no pudieron observar hipertrofia pancreática en conejos alimentados con soja cruda, en parte por la naturaleza difusa de la glándula que presenta esta especie. La evaluación microscópica del tejido pancreático tampoco mostraba anormalidades discernibles. Los mismos autores utilizando dietas con soja extrusionada normal o baja en IT (con menos de 25,6 TIU/mg) no observaron diferencias en el crecimiento e índice de conversión. Sin embargo, los conejos que consumieron la dieta con soja cruda (70 TIU/mg) crecieron un 30% menos que los alimentados con la dieta control. Aunque Seroux (1984) no observó diferencias en el crecimiento al comparar variedades de guisantes con distintos niveles de IT incluidos al 30%, hay que resaltar que los máximos niveles de IT en las dietas fueron sensiblemente menores (3,8 TIU/mg) que en las dietas con soja. En el caso de los IT es igualmente importante estandarizar los métodos analíticos; la dificultad de comparar los resultados obtenidos en distintos laboratorios se añade a la escasez de datos, lo que impide poder ofrecer normas prácticas.

La estructura y las propiedades químicas de las **lectinas** contenidas en las leguminosas dependen de la especie vegetal. Su principal efecto consiste en los daños que provocan en la mucosa intestinal al unirse a los receptores de las células epiteliales, lo que determina una mayor incidencia de alteraciones digestivas (en ocasiones, diarrea) y disminución de la retención de nitrógeno. Estos trastornos reducen el incremento de peso y el índice de conversión. La actividad

de las lectinas (también llamadas fitohemaglutininas) se determina por la capacidad de aglutinar eritrocitos in vitro y depende de la especie animal. Así, los eritrocitos de ovejas, vacas y pollos no aglutinan en presencia de extractos de soja o habas, pero ambas leguminosas aglutinan los de cerdos y conejos, siendo las lectinas de soja más tóxicas que las de habas (Marquardt y col., 1975). Por otro lado, la patogenicidad no está directamente relacionada con el grado de reacción de las lectinas. Actualmente, se ha propuesto un método basado en la técnica ELISA, que permite distinguir las lectinas con actividad patogénica.

Las lectinas de las judías presentan aspectos negativos sobre el crecimiento de los conejos. Sánchez y col. (1983) observaron diarrea y una importante disminución del crecimiento de los conejos (39 vs 10 g/d) cuando se reemplazó la torta de soja de la dieta por judías Pinto crudas. El tratamiento con autoclave de dichas judías mejoró el crecimiento hasta 20 g/d y redujo la incidencia de diarrea, aunque el consumo de alimento permaneció bajo (73 y 123 g/d, para la dieta con judías crudas y la control, respectivamente).

Los **alcaloides** son compuestos que actúan como factores antinutritivos y se encuentran, sobre todo, en algunas variedades de altramuces amargos (de 0,1 a 4%, frente a menos del 0,1% en las variedades dulces). Los alcaloides se oxidan en el hígado y sus metabolitos se comportan como inhibidores neuronales. Estos compuestos son responsables del sabor amargo de los granos, lo que determina una acusada disminución del consumo y crecimiento de los conejos. Johnston y Uzcategui (1988) observaron que el crecimiento disminuía de 26 a 16 g/d y la mortalidad se incrementaba hasta un 30% al reemplazar harina de soja por un 29% de altramuz amargo (*Lupinus mutabilis*). Posterior-

mente, estos mismos autores (Johnston y col. (1989) establecieron la escasa apetecibilidad del altramuz amargo, crudo o tostado para el conejo. También Battaglini y col. (1991) utilizando granos crudos de dos variedades de altramuz blanco (*Lupinus albus*) pero con altos niveles de alcaloides (0,58 y 0,54%) observaron efectos negativos en el consumo al incluirlos al 16% de las dietas. La utilización de variedades dulces (bajas en alcaloides) no afectó el crecimiento ni el índice de conversión de los conejos en relación a los alimentados con una dieta control que contenía torta de soja (Seroux, 1984).

La **vicina** y **convicina** están presentes en habas. Se trata de sustancias que, al ser hidrolizadas por la microflora intestinal, producen metabolitos que causan anemia hemolítica en el hombre. En las especies animales donde se han estudiado sus efectos, se han obtenido resultados variables.

Los **glucosinolatos**, que se concentran en el cotiledón de la semilla de colza, no son tóxicos en sí mismos, pero los metabolitos que resultan de su hidrólisis por el enzima mirosinasa (que se encuentra tanto en la propia semilla como en el tracto digestivo de los animales) causan alteraciones en la glándula tiroidea y en el hígado. Desde el punto de vista productivo, los animales alimentados con niveles altos de torta de colza muestran una disminución en el consumo y crecimiento y un empeoramiento en el índice de conversión. Aunque actualmente se suelen emplear variedades doble (o triple, con bajo contenido en fibra bruta) cero, seleccionadas para un bajo nivel de glucosinolatos y de ácido erúico, no se ha logrado obtener resultados satisfactorios cuando se incluyen a niveles elevados en las dietas de aves, sobre todo, en ponedoras, sugiriendo la existencia de algún otro FAN en la semilla de colza. De hecho, ésta contiene también compuestos fenólicos,



**Alimentos de calidad.
Menos coste y mejor conversión.**



Agropecuària de Guissona, S. Coop. Ltda.
Avda. Verge del Claustre, 32 25210 Guissona (Leida) Tel. 973 - 55 00 00 Fax 973 - 55 08 82

Juntos para la eficacia



DERMOJET®

JERINGAS AUTOMATICAS SIN AGUJA PARA INYECCIONES INTRADERMICAS



Para vacunaciones seriadas



Para vacunaciones individuales

Masalles

Masalles Comercial, s.a.

C/. Balmes, 25 - Teléfono (93) 580 41 93*

Fax: (93) 580 97 55

Apartado de Correos, 63 - 08291 RIPOLLET (Barcelona)

Tabla 4.-Composición química (% MS) de las principales leguminosas en relación con las necesidades de los conejos¹

	Habas (Vicia faba)	Guisante (Pisum sativum)	Altramuz (Lupinus sp.)	Garbanzo (Cicer arietinum)	Soja integral (Gycina max)	Necesidades conejo
Proteína bruta	27,0	26,2	40,1	27,2	37,0	18,0
Almidón	40,9	49,5	-	42,0	-	-
Fibra bruta	8,3	6,3	16,1	3,3	6,0	15,7
Grasa	1,14	1,45	9,9	5,0	18,0	-
Aminoácidos (g/100 g PB)						
Lisina						
Met + Cis	5,12	7,91	4,57	6,27	6,35	4,06
Triptófano	2,08	2,48	2,17	3,12	3,10	3,75
Treonina	0,83	0,90	0,78	0,80	1,30	0,81
	2,18	3,95	3,61	2,89	3,89	3,44

¹Valores medios de Seroux (1984), INRA (1984), Lebas (1988) y Cole y col. (1989).

taninos condensados y ácido fítico. Lebas y Colin (1977) compararon dos tortas de colza tostadas: una normal y la otra descascarillada (con menos fibra y más glucosinolatos) incluidas al 15 y 13%, respectivamente y no obtuvieron diferencias ni en el crecimiento ni en los pesos de tiroides e hígados de los conejos. Tampoco Maertens y de Groote (1984) obtuvieron diferencias en valor nutritivo entre dos variedades con distintos contenidos en glucosinolatos estudiadas a un nivel de inclusión del 40%.

Posibilidades de reducir el efecto de los FAN

Parte de los efectos de los taninos se reducen si los granos que los contienen se descascarillan. La aplicación de calor se considera el modo más eficaz de reducir el contenido en IT y lectinas; los resultados dependen de la temperatura, duración del tratamiento, uso de presión, tamaño de partícula y grado de humedad. Para rebajar los porcentajes de vicina, convicina y glucosinolatos la mejora genética se presenta como el método más interesante, ya que los métodos químicos efectivos son muy costosos. Para eliminar los alcaloides es preciso utilizar tratamientos químicos. La utilización de enzimas que degradan los FAN sólo interesan cuando los metabolitos resultantes no son tóxicos.

LEGUMINOSAS

La composición química de los granos de las principales leguminosas se presenta en la Tabla 4. El contenido en fibra de las leguminosas depende principalmente de la proporción de testa en la semilla que, para las habas oscila entre 13 y 17%, lo que implica que el contenido en fibra bruta (FB) varíe entre 6 y 11%. Seroux (1984) estudió cinco variedades de habas y observó que los valores más bajos correspondían a las de primavera y los más altos a las de otoño. La menor proporción de testa en otras leguminosas, como guisante (8,7%), soja (9,2%) o garbanzo, explica sus menores niveles de FB; lo contrario sucede con el altramuz, cuya proporción de testa alcanza un 20%.

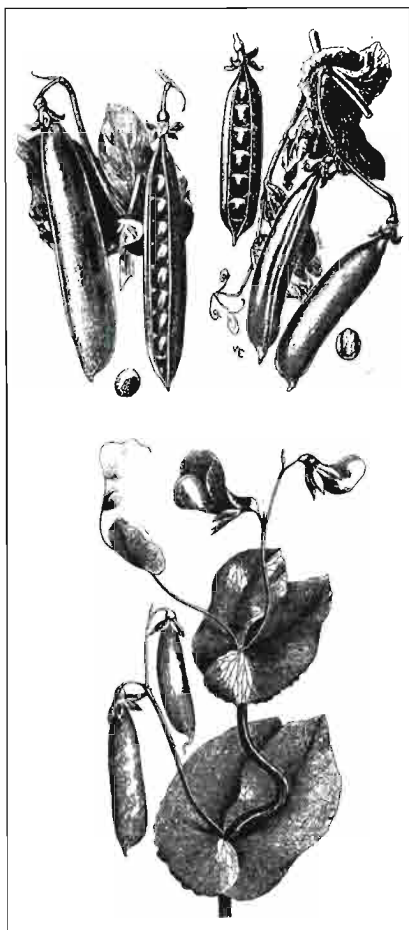
El almidón constituye el principal hidrato de carbono de las habas (30-45%), garbanzos (42%) y guisantes (32% y 49%) para las variedades rugosas y lisas, respectivamente, lo que les permite reemplazar parte de los cereales de la dieta. Por el contrario, el contenido en almidón del altramuz y la soja es muy reducido (< 1%).

El contenido medio en proteína bruta de las habas es similar al de garbanzos y guisantes. Sin embargo, este valor oscila ampliamente, dependiendo principalmente de la

variedad: los guisantes de primavera contienen más proteína (31,4%) que los de otoño (26,5%). Sin embargo, hay que resaltar que, cuando se analizan granos cosechados en años diferentes se observan amplias diferencias dentro de una misma variedad (Seroux, 1984). El contenido en proteína bruta del altramuz también depende de la variedad (del 28 al 47%).

El perfil de los aminoácidos de la proteína de los granos de leguminosas (Tabla 4) se caracteriza por su bajo contenido en aminoácidos azufrados (del 60 al 80% de las necesidades de los conejos, INRA, 1984) y en triptófano. Con respecto a este último debe resaltarse su amplia variabilidad y el relativamente alto precio del triptófano sintético. El contenido en treonina es también ligeramente bajo en habas y garbanzos. Aunque el contenido en lisina de los granos de leguminosas es, en general, inferior al de la soja, se considera suficiente para cubrir las necesidades de los conejos.

Existe un gran margen de variación en el contenido en aminoácidos de las leguminosas que figuran en las distintas tablas de composición, en parte por las diferencias entre variedades. Sin embargo, parte de esta variación también puede atribuírsele a diferencias en los métodos analíticos utilizados, especialmente en los aminoácidos



azufrados y triptófano. Así, Cole y col. (1989), utilizando el mismo método analítico, reportaron rangos de variación relativamente estrechos para 9 variedades diferentes de habas.

Un aumento del contenido en proteína no se relaciona con un aumento paralelo en los aminoácidos considerados como limitantes. Varios autores han descrito una relación negativa entre los contenidos en proteína y lisina de las habas (Bond, 1970; Cole y col., 1989). Lebas (1988) había observado también que variedades de garbanzos con un alto contenido en proteína contenían niveles de lisina, aminoácidos azufrados, treonina y triptófano, menores que otras variedades con un contenido en proteína medio. Este hecho, que se relaciona con la distinta composición de las proteínas constitutivas y de reserva de los granos, ha sido comprobado posteriormente para otras leguminosas (ver revisión de Gatel, 1994).

VALOR NUTRITIVO Y UTILIZACIÓN PRÁCTICA DE LAS LEGUMINOSAS

Soja integral

La soja integral tratada con calor es una excelente fuente tanto de proteína como de energía para el conejo; sin embargo la utilización del grano crudo se ve limitada por su elevado contenido en factores antinutritivos (ver Tabla 1). Normalmente se aplican tratamientos con calor (tostado, extrusionado...) para inactivar tales factores. Estos tratamientos van implícitos en el proceso de extracción de aceite, por ello, la utilización de torta de soja no presenta los problemas inherentes a la utilización del grano crudo, si bien tan solo los inhibidores de tripsina (en términos generales se acepta que la soja integral tostada contiene sólo un 15% de la actividad TI presente en el grano crudo) y las lectinas son efectivamente inactivados durante la extracción del aceite. Para inactivar los factores antigénicos, que también contiene, sería necesario un tratamiento con alcohol (Van Kempen y Jansman, 1994).

La concentración energética de la soja integral extrusionada fue estudiada por Maertens y de Groote (1984) obteniendo un valor de 5037 Kcal ED/kg MS y una digestibilidad de la proteína del 88%. Sin embargo, Villamide y col. (1991) utilizando una metodología similar obtuvieron unos valores considerablemente más bajos (4442 y 80%, respectivamente) y más coincidentes con los obtenidos previamente por Jentsch y col. (1963). Estas diferencias se relacionan con diferentes condiciones en el proceso de extrusionado.

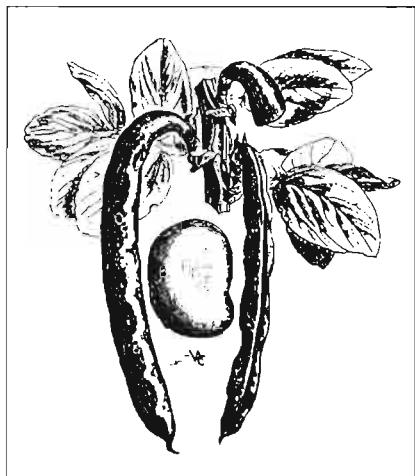
La inclusión de soja integral tostada al 18% en dietas fibrosas de conejos en cebo (Fernández y col., 1994) ofrece ventajas referidas tanto a parámetros digestivos como a crecimiento e índice de conversión, en comparación con dietas

isonitrogenadas con torta de soja, sin alteraciones en la calidad del gránulo. No obstante, parte de estos efectos positivos deben ser atribuidos al aumento del nivel de grasa en el pienso que lleva implícito la inclusión de soja integral. Johnston y Berrio (1985), utilizaron hasta un 20% de soja integral extrusionada y obtuvieron resultados de crecimiento similares a los obtenidos con una dieta isonitrogenada cuya fuente de proteína era la torta de soja. Sánchez y col. (1984) no observaron diferencias de crecimiento entre los animales alimentados con torta de soja y los que utilizaban un 23% de soja integral extrusionada o cantidades inferiores al 18% de soja integral baja en IT, si bien a partir del 18% de inclusión se deterioró la calidad del gránulo. Niveles superiores pueden afectar negativamente las características organolépticas de la grasa corporal.

Guisante

Colin y Lebas (1976) incluyeron hasta un 22% de guisantes en la dieta sin observar diferencias con el control y dedujeron que su valor energético equivale al de una mezcla de 65-70% de cereales y 35-30% de harina de soja. El alto porcentaje de cereal en dicha mezcla se explica por el elevado contenido en almidón del guisante (Tabla 4). Más tarde, Lebas (1988) propone para el guisante un valor energético de 3100-3200 kcal ED/kg.

Castellini y col. (1991) incluyeron un 9 y un 18% de guisante en sustitución de una mezcla de soja, cebada y heno en dietas isonitrogenadas no encontraron diferencias significativas en digestibilidad, aunque los parámetros de crecimiento y el engasamiento de los conejos fueron superiores en las dietas con guisantes. Estos resultados se atribuyen a un mayor consumo de tales dietas. En este sentido, cabe señalar la mayor palatabilidad del guisante frente a otras leguminosas observada por Johnston y col.



(1989). Seroux (1984) tampoco observó diferencias en los parámetros productivos al reemplazar la totalidad de la torta de soja por un 30% de guisantes. Sin embargo, Frank y col. (1979) observaron efectos negativos al incluir guisantes a niveles superiores al 30%.

Habas

El contenido en aminoácidos azufrados de la proteína de habas es bajo; tan sólo aporta del 55 al 72% de las necesidades de los conejos. La inclusión de 10, 20 y 30% de habas en la dieta no afecta los rendimientos, según los resultados obtenidos por Seroux (1984), aunque al nivel más alto (30%, en la que se sustituye toda la torta de soja) la mortalidad de los conejos incrementa ligeramente. Berchiche y Lebas (1984) observaron que era necesario suplementar con metionina una dieta semipurificada en la que las habas suministraban el 60% de la proteína para alcanzar un rendimiento elevado. Los mismos autores (Berchiche y col., 1988), en un ensayo posterior, no observaron diferencias significativas en el crecimiento cuando la torta de soja era reemplazada totalmente por habas (37% de inclusión) complementadas con metionina en una dieta práctica.

Altramuz

Fekete y Gippert (1986) estudiaron el valor nutritivo del altramuz

(una variedad blanca dulce) por sustitución al 40% de una ración basal y obtuvieron una ED de 3810 kcal/kg MS y una elevada digestibilidad de la proteína (87%). En todo caso, la concentración energética del grano de altramuz depende de la variedad, dadas las amplias diferencias en el contenido en grasa de las semillas (10-14% para *L. albus* y 4-7% para *L. angustifolius* y *luteus*).

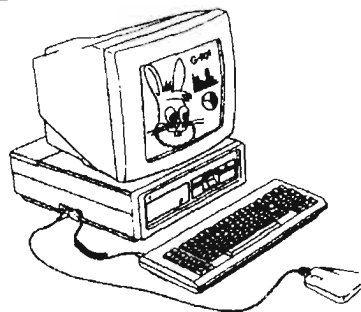
Seroux (1984) estudió diferentes niveles de inclusión de altramuces blancos (dulces) y no observó diferencias en crecimiento, índice de conversión y mortalidad, cuando la harina de soja fue totalmente reemplazada por un 21% de altramuz sin suplementar en aminoácidos. Tampoco Cheeke y Kelly (1989) observaron efectos negativos con niveles de inclusión de altramuz hasta el 25% de la dieta. Por otro lado, Battagliini y col. (1991) estudiaron dos variedades crudas de altramuz blanco (pero con un elevado contenido en alcaloides 0,56%) frente a una variedad extrusada (con un contenido final de alcaloides de 0,1%) a unos niveles de inclusión de 0, 8 y 16% en dietas isonitrogenadas. Los rendimientos en crecimiento fueron satisfactorios para las dietas que contenían el 8% de las variedades de altramuz crudo, sin embargo, empeoraban cuando se incluían al 16%. En los piensos con altramuz extrusionado los rendimientos fueron satisfactorios al 16% de inclusión.

Garbanzo

Lebas (1988) estimó un valor energético para el garbanzo de 3100-3200 kcal ED/kg, considerando que, en las dietas experimentales, los garbanzos eran equivalentes a una mezcla de 55-60% de cereales y 45-40% de harina de soja. La digestibilidad de la proteína se estima entre 70 y 82%, según la variedad.

La inclusión de garbanzos hasta el 20% no afecta negativamente el aumento de peso de los conejos (Lebas, 1988). Sin embargo, debe notarse que, en algunas variedades de garbanzos, la treonina puede actuar como aminoácido limitante. Alicata y col., (1991) introdujo dos variedades de garbanzos al 20% en sustitución total de la soja y parte de la cebada. El crecimiento y el índice de conversión empeoraron en los piensos que incluían garbanzos. Igualmente se encontraron diferencias significativas en la digestibilidad de la proteína (67,2 y 72,5% para las dietas con garbanzos y control, respectivamente) y en el balance nitrogenado. Los autores atribuyen estos resultados al desequilibrio en aminoácidos de la proteína del garbanzo. Estos mismos autores realizaron en 1993 un experimento en el que sustituían parcialmente soja y cereales por 10 y 20% de garbanzos. Aunque la digestibilidad de la proteína resultó significativamente menor en las dietas que incluían





CUNITEC

PROGRAMA INFORMÁTICO

- CUNITEC es el programa líder destinado al control de producción de granjas cunícolas
- Mejora el rendimiento ahorrando tiempo y costes
- Instalado en la mayoría de las principales granjas del país
- Abierto a modificaciones específicas a cada cliente
- Recupera la información de cualquier otro programa
- Módulos de selección, genética, inseminación artificial, facturación y costes

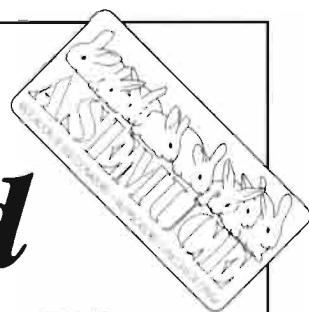
Su facilidad de manejo y sus numerosos usuarios avalan la calidad técnica de CUNITEC

Para más información: **Tel. (93) 820 41 38**



HYLA 2000

HispanHíbrida



TELF.S. (977) 63 80 00 • (977) 68 83 89 • FAX (977) 63 84 30 • **43814 VILA-RODONA**

DISTRIBUIDORES:

G.S.C. UNTZI

TELF. (94) 625 13 65 • (93) 625 36 99
GERNIKA (Vizcaya)

H. CASTELLANOS

TELS. (947) 50 12 53 • (947) 50 05 87
ARANDA DE DUERO (Burgos)

G. LUNA

TELF. (980) 63 25 11
SAN ESTEBAN DE MOLAR (Zamora)

H. LEZANA C.B.

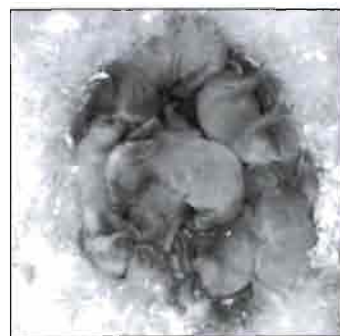
TELF. (987) 61 56 16
ASTORGA (León)

AVINIRU C.B.

TELF. (98) 542 63 30
VALDECUNA-MIERES (Asturias)



G.P. HYLÁ LINEA HEMBRA
G.P. HYLÁ LINEA MACHO
PARENTALES HYLÁ Y MASSILA
MACHOS DE APTITUD MATERNAL



MACHOS FINALIZADORES
MACHOS PARA INSEMINACIÓN
GAZAPOS DE UNA DÍA DE VIDA
ASESORAMIENTO Y SERVICIO TÉCNICO

garbanzos ni el crecimiento ni el balance nitrogenado se vieron afectados por el tratamiento. Los autores concluyen que se puede incluir hasta un 20% de garbanzos en la dieta siempre y cuando no sea la única fuente de proteína o bien se complemente con aminoácidos sintéticos.

Otras leguminosas

Sánchez y col. (1983) estudiaron los efectos de la inclusión al 40% de judías Pinto crudas y tratadas en autoclave en dietas de conejo sustituyendo parcialmente torta de soja y cereales. Tanto el crecimiento como el consumo se vieron negativamente afectados por la sustitución. Johnston y col. (1989) también observaron una baja palatabilidad cuando judías Andean (Canario y Bayo) crudas o tostadas fueron ofrecidas a libre elección. Sin embargo, deberían estudiarse otros tratamientos con calor para incrementar su palatabilidad y posibilidades de inclusión en dietas de conejos, dado que los conteni-

dos en proteína y aminoácidos (23% de PB y 1,43% de lisina) son relativamente elevados.

TORTAS DE SEMILLAS OLEAGINOSAS

Torta de soja

La torta de soja es la fuente de proteína más convencional y utilizada en los piensos de conejos, por lo que habitualmente se emplea como control para estudiar la calidad de otras fuentes. El valor energético de la torta de soja obtenido por Maertens y de Groote (1984) y por Fekete y Gippert (1986), sustituyendo un 40% de la dieta control fue 3550 y 3620 kcal ED/kg de MS, respectivamente y la digestibilidad de la proteína 79,4 y 82%, respectivamente. Posteriormente, Villamide y col. (1991) realizaron un estudio con dos raciones basales (con alta o baja concentración energética) y tres niveles de sustitución (15, 30 y 45%). Se observó una interacción significativa de la ración basal sobre el valor

energético de la torta de soja al menor nivel de sustitución. De los datos obtenidos en el resto de los casos, se deduce un valor de 3900 kcal de ED/ kg de MS, y un coeficiente de digestibilidad de la proteína del 86%.

Torta de girasol

El girasol ocupa el primer lugar en España dentro de los cultivos de plantas oleaginosas, y la superficie dedicada a su siembra en nuestro país y en toda el área mediterránea incrementa anualmente. La torta de girasol se caracteriza por su elevado contenido en proteína (del 32 al 39%) y fibra bruta (del 16 al 28%), que varían inversamente (ver Tabla 5). La proporción de aceite que permanece en la semilla es generalmente bajo (cercano al 1%) y depende del proceso de extracción.

Por otro lado, el perfil de aminoácidos de su proteína está equilibrado con respecto a las necesidades del conejo, excepto para

Tabla 5.-Composición química y valor nutritivo de las tortas de semillas oleaginosas obtenidos por distintos autores (% MS)¹

	PB	FB	Grasa	ED	Digestibilidad PB	Digestibilidad CF	Referencias
Torta soja	44,8	9,1	0,93	3900	86,4	27,9	(1)
Torta girasol	33,4	27,6	1,1	2397	75,5	4,6	(2)
	36,6	20,0	1,8	2749	84,0	-	(3)
	39,0	16,5	0,6	3438	89,9	28,8	(1)
	32,3	25,1	1,2	2462	72,9	17,3	(1)
	35,6	17,8	2,2	3100	81,8	29,3	(4)
Torta colza	37,9	13,9	3,2	2786	69,0	11,3	(3)
Var. Jet Neuf	36,8	12,6	1,5	3148	76,3	8,7	(2)
Var. Erglu	42,8	13,2	1,7	2992	77,3	11,2	(2)
Torta algodón prepresión	36,7	19,6	2,8	-	-	-	(5)
expeller	27,2	23,2	8,9	-	-	-	(5)
Torta lino	37,4	10,0	1,7	2952	72	4	(3)
Torta cáñamo	28,6	31,5	12,4	2033	76,6	9,8	(6)

¹Datos de (1) Villamide y col., 1991; (2) Maertens y de Groote, 1984; (3) Fekete y Gippert, 1986; (4) Martínez y Fernández, 1980; (5) McNitt y col., 1982; (6) Lebas y col., 1988.

la lisina (Tabla 6). El relativamente alto contenido en aminoácidos azufrados, treonina y triptófano determina que sea un buen complemento para los granos de leguminosas.

El contenido en energía digestible de la torta de girasol es muy variable (de 2400 a 3400 kcal ED/kg MS) y depende principalmente de su contenido en fibra bruta, tal como demostraron Villamide y col. (1991):

$$\begin{aligned} \text{ED (kcal/kg MS)} &= 4679 - 86 \\ &(\% \text{ FB MS}) \\ R^2 &= 0,884 \end{aligned}$$

Aunque en la ecuación anterior sólo se han incluido cinco datos, este tipo de relación podría adoptarse, cuando se posean más datos, para predecir el valor energético de la torta de girasol como ocurre en otras especies de monogástricos.

En el mismo sentido, la digestibilidad de la proteína parece estar inversamente relacionada con el contenido en fibra, variando de 73 a 89% (ver Tabla 5). Sin embargo, estos valores son más elevados que los obtenidos para otros alimentos con un contenido en fibra similar (como la alfalfa con un valor medio para la digestibilidad de la proteína del 64%), posiblemente por el hecho de que en el girasol, la proteína (que se halla principalmente en el cotiledón) no se encuentra químicamente ligada a la fibra (principalmente en la cáscara). Este factor junto con el alto nivel de fibra indigestible que contiene el girasol permite reducir el nivel de inclusión de alfalfa en la dieta con mejoras en los rendimientos productivos (Carabaño y col., 1989).

Por lo que se refiere a los niveles de inclusión, posiblemente sea su bajo contenido energético el principal factor limitante. Masoero y col. (1990) estudiaron la posibilidad de incorporar niveles crecientes y elevados (20-35-45%) de torta de girasol parcialmente descas-

carillada, aunque de baja calidad (27% PB, 26% FB) en sustitución parcial de torta de soja y heno. Los resultados en los parámetros de crecimiento fueron similares para todos los tratamientos, aunque en las dietas con el 45% de girasol se observó un ligero incremento en el consumo que no fue suficiente para empeorar el índice de conversión.

Torta de colza

La colza se cultiva sobre todo en China y Canadá (aunque cada vez más en distintos países europeos) para la extracción de aceite, que se destina a uso industrial y comestible. La torta resultante de la extracción del aceite de la semilla se caracteriza (Tabla 5) por un bajo contenido en grasa, medio en fibra y alto en proteína; ésta es equilibrada en aminoácidos esenciales respecto a las necesidades de los conejos (Tabla 6), aunque su digestibilidad es más baja que la de la torta de soja, variando de 69 a 77% (Tabla 5). Estos bajos valores pueden explicarse, en parte, por el contenido en fibra bruta y por la presencia de taninos en la cascarilla (1,5%, Bell, 1984). También esta razón puede ser determinante para el relativamente bajo valor energético obtenido por Fekete y Gippert (1986) y Maertens y de Groote (1984) (2786 y 3148 kcal de ED/kg de MS, respectivamente). Estos últimos autores estudiaron dos variedades: alta (Jet Neuf) o baja (Erglu) en glucosinolatos. La diferencia entre ambas (3148 y 2992 kcal de ED/kg de MS, para la Jet Neuf y Erglu, respectivamente) se corresponde, en parte, con diferencias en la composición química.

Colin y Lebas (1976) y Throckmorton y col. (1980) estudiaron la sustitución progresiva de torta de soja por colza. Niveles de inclusión mayores de 12-14% disminuyeron ligeramente los rendimientos. Sin embargo, hasta un 18% de inclusión, las diferencias no resultaron significativas; a este mismo nivel se han detectado efectos negativos en conejas reproductoras. De acuerdo con estos resultados, Liu y col. (1994) no observaron diferencias con los controles cuando se alimentaron conejos con dietas que contenían hasta el 14% de torta de colza detoxificada por métodos químicos.

Torta de algodón

La composición química de la torta de algodón depende del tipo de procesado empleado para la extracción del aceite y de la eficacia del descascarillado. Así, el contenido en proteína es mayor (hasta un 40%) cuando el aceite se extrae mediante solvente después de un preensado que cuando se extrae mecánicamente (27%). Inversamente, el contenido en fibra bruta y en grasa son más bajos en las tortas mencionadas en primer lugar (Tabla 5). El contenido en aminoácidos es relativamente bajo en lisina, metionina y treonina (Tabla 6). Cheeke y Amberg (1972) observaron que la incorporación de lisina y metionina en una dieta con torta de algodón incrementa la ganancia de peso de los conejos hasta hacerla semejante a la obtenida con dietas a base de torta de soja.

Tabla 6.-Composición en aminoácidos de la proteína de las tortas de semillas oleaginosas con respecto a las necesidades de los conejos (g/100 g proteína, INRA, 1984).

	Torta soja	Torta girasol	Torta colza	Torta algodón	Necesidades conejos
Lisina	6,35	3,63	5,92	4,20	4,06
Met + Cis	2,99	3,64	4,18	3,02	3,75
Triptófano	1,34	1,36	1,19	1,19	0,81
Treonina	3,93	3,85	4,42	3,39	3,44

La toxicidad potencial derivada del contenido en gossipol parece ser la principal causa que limita la inclusión de torta de algodón en las dietas de conejos. Sin embargo, Mc Nitt y col. (1982) observaron que la sustitución total de torta de soja por 17% de torta de algodón (con el 0,04% de gossipol libre) permite obtener altos rendimientos en crecimiento, similares a los obtenidos con la dieta control. Tampoco observaron efectos en la calidad del semen después de 150 días de consumir una dieta con un 20% de torta de algodón, confirmando los resultados de Chang y col. (1980).

Johnston y Berrio (1985) compararon la utilización de semilla integral de algodón extrusionada incluida en una dieta al 43% frente a otra dieta isonitrogenada con el 15% de torta de soja. Los conejos alimentados con la primera mostraron peores resultados en crecimiento e índice de conversión. Dado que el contenido en aminoácidos de ambas dietas era similar, los autores atribuyen estos efectos al gossipol que puede no haberse inactivado al extrusionar la semilla entera a 123°C. Sin embargo, hay que hacer notar que el contenido en fibra de las dietas que incluían algodón era superior.

Otras tortas

En conejos, se han realizado muy pocos trabajos experimentales sobre la utilización de otras tortas, como la de lino, cáñamo o cacahuete. Fekete y Gippert (1986) estudiaron el valor nutritivo de la torta de lino utilizando el método de sustitución, y obtuvieron un valor energético de 2952 kcal de ED/kg de MS y una digestibilidad de la proteína del 72%, menores que los correspondientes a la torta de soja, pero similares a otras tortas, como la de colza. Cheeke (1987) también reseñó que podría esperarse una deficiencia en lisina cuando se utiliza torta de lino como única fuente de proteína. Johnston y Berrio (1985) incluyeron un 39% de semi-

lla de lino (con un 22% de proteína bruta) extrusionada y la compararon con una dieta control con un 15% de soja, sin observar diferencias significativas en crecimiento. El índice de conversión fue ligeramente peor, a pesar del alto contenido en grasa de la dieta que contenía grano de lino.

Lebas y col. (1988) estudiaron el efecto de sustituir torta de girasol por torta de cáñamo (0, 10, 20 y 30% de inclusión). No se observaron diferencias en el crecimiento (36 g/d, como media) pero el índice de conversión fue significativamente mayor en dietas con 20 y 30% de torta de cáñamo. El valor energético de la torta de cáñamo estimado a partir de dichos resultados fue 2033 kcal ED/kg de MS, similar al de un heno de alfalfa de buena calidad.

Aduku y col. (1988) con dietas isonitrogenadas sustituyeron un 20% de torta de girasol por un 18% de torta de cacahuete y 2% de maíz y obtuvieron crecimientos similares pero peor índice de conversión, posiblemente por el mayor contenido en fibra de la torta de cacahuete.

CONCLUSIONES

En resumen, se puede concluir que las habas, guisantes, garbanzos y las variedades dulces de altramuz pueden reemplazar en su totalidad la torta de soja en las dietas de conejos si se equilibra su contenido en aminoácidos. Sin embargo, para mejorar su utilización, es necesario determinar con mayor fiabilidad su valor energético y su contenido en aminoácidos, especialmente en aminoácidos azufrados, treonina y triptófano digestibles.

También las tortas de girasol, algodón y colza pueden utilizarse como única fuente de concentrado protéico, teniendo en cuenta que la lisina es el principal aminoácido limitante para las dos primeras. Por otro lado, el relativamente alto con-

tenido en aminoácidos azufrados, treonina y triptófano determina que dichas tortas puedan contemplarse como complementos de las leguminosas para satisfacer las necesidades de aminoácidos del conejo. Por otro lado, el contenido en fibra bruta de las tortas parece un buen índice para predecir su valor nutritivo. Sin embargo, hacen falta más estudios para obtener una adecuada relación entre estas variables.

Hasta ahora, se han realizado muy pocos estudios acerca del efecto de los factores antinutritivos sobre el crecimiento y salud de los conejos. Sería conveniente obtener más información para confirmar los efectos descritos hasta ahora en esta especie.

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

Bibliografía

- Aduku, A.O., Dim, N.I. y Aganga, A.A. 1988. *J. Appl. Rabbit Res.*, 11, 264-266.
- Alicata, M.L., Bonanno, A., Leto, G., Giaccone, P. y Alabiso, M. 1991. *Rivista di Coniglicoltura*, 5, 53-56.
- Alicata, M.L., Bonanno, A., Alabiso, M., Portolano, B. y Stimolo, M.C. 1993. *Rivista di Coniglicoltura*, 6, 39-43.
- Battaglini, M., Castellini, C., Constantini, F. y Cavalletti, C. 1991. *Rivista di Coniglicoltura*, 3, 45-50.
- Bell, J.M. 1984. *J. Anim. Sci.*, 58, 996-1010.
- Berchiche, M. y Lebas, F. 1984. *Proc. III World Rabbit Congr.*, vol. 3, pp. 148-153.

- Berchiche, M., Lebas, F. y Ouhayoun, J. 1988. *Proc. V World Rabbit Congr.*, vol. 4, pp. 148-153.
- Bond, D.A. 1970. *Proc. Nut. Soc.*, 29, 74-79.
- Carabaño, R., Fraga, M.J. y de Blas, J.C. 1989. *J. Appl. Rabbit Res.*, 12, 201-204.
- Castellini, C., Cavalletti, C. y Battaglini, M. 1991. *Rivista di Coniglicoltura*, 7, 33-36.
- Chang, M.C., Zhiping, G. and Saksena, S.K. 1980. *Contraception*, 21, 461-469.
- Cheeke, P.R. 1987. En: Rabbit feeding and nutrition. Academic Press, Inc. Londres.
- Cheeke, P.R. y Amberg, J.W. 1972. *Nutr. Rep. Int.*, 5, 259-266.
- Cheeke, P.R. y Kelly, J.D. 1989. *Recent Advances in Antinutritional Factors in Legume Seed*. Pudoc, Wageningen.
- Cole, D.J.A., Wiseman, J., Wareham, C.N. y Temple, S. 1989. *Interim Report MAFF*.
- Colin, M. y Lebas, F. 1976. *Proc. I World Rabbit Congr. Com.* n° 24.
- Fekete, S. y Gippert, J. 1986. *J. Appl. Rabbit Res.*, 9, 103-108.
- Fernández, C., Cobos, A. y Fraga, M.J. 1994. *J. Anim. Sci.*, 72, 1508-1515.
- Frank, Y., Lebas, F., Lesecq, P., Bougon, M. y Leuiullet, M. 1979. *Ann. Zootech.*, 28, 131.
- Gatel, F. 1994. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 45, 317-348.
- Griffiths, D.W. y Jones, D.I.H. 1977. *J. Sci. Food Agr.*, 28, 983-989.
- Huisman, J. y Tolman, G.H. 1992. Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. En: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Butterworths, London.
- INRA. 1984. En: Alimentación de los animales monogástricos. Mundi-Prensa, Madrid.
- Jentsch W., Schiemann, R., Hoffman, L. y Nehring, K. 1963. *Arch. Tierernähr.*, 13, 163.
- Johnston, N.P. y Berrio, L.F. 1985. *J. Appl. Rabbit Res.*, 8, 64-67.
- Johnston, N.P. y Uzcategui, E. 1988. *Proc. IV World Rabbit Congr.*, vol. 3, pp. 132-140.
- Johnston, N.P., Johnston, I. y Uzcategui, E. 1989. *J. Appl. Rabbit Res.*, 12, 96-100.
- Lebas, F. 1981. *Cuniculture*, 8, 289-292.
- Lebas, F. 1988. *F Proc. IV World Rabbit Congr.*, vol 3, pp. 244-248.
- Lebas, F. y Colin, M. 1977. *Ann. Zootech.*, 26, 93-97.
- Lebas, F., Ouhayoun, J. y Delmas, D. 1988. *Pro. IV World Rabbit Congr.*, vol. 3, pp. 254-260.
- Leterme, P., Beckers, Y. y Théwis, A. 1989. En: *Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds*. Pudoc, Wageningen.
- Liu, Y., Zhou, M. y Liu, M., 1994. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 45, 257-270.
- Maertens, L. y de Groote, G. 1984. *Proc. III World Rabbit Congr.*, vol. 1, pp. 244-429.
- Marquardt, R.R., McKirdy, J.A., Ward, A.T. y Campbell, L.D. 1975. *Can. J. Anim. Sci.*, 55, 421-429.
- Martínez, J. y Fernández, J. 1980. *Proc. II World Rabbit Congr.*, vol. 2, pp. 214-224.
- Masoero, G., Pagano Toscano, G., Rosso, L.C. y Bergoglio, G. 1990. *Rivista di Coniglicoltura*, 10, 51-56.
- Mc Nitt, J.I., Cheeke, P.R. y Patton, N.M. 1982. *J. Appl. Rabbit Res.*, 5, 1-5.
- Merino, J.M. y Carabaño, R. 1992. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15, 931-937.
- Motta-Ferreira, W., Fraga, M.J. y Carabaño, R. 1995. *J. Anim. Sci.* (en prensa).
- Newton, S.D. y Hill, G.D. 1983. *Nutr. Abstr. Rev. Serie B*, 53, 99-115.
- Saini, H.S. 1989. Activity and thermal inactivation of protease inhibitors in grain legumes. En: *Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds*. Pudoc, Wageningen.
- Sánchez, W.K., Cheeke, P.R. y Patton, N.M. 1983. *J. Appl. Rabbit Res.*, 6, 139-141.
- Sánchez, W.K., Cheeke, P.R. y Patton, N.M. 1984. *J. Appl. Rabbit Res.*, 7, 101-105.
- Savage, G.P. 1989. Antinutritive factors in peas. En: *Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds*. Pudoc, Wageningen.
- Seroux, M. 1984. *Proc. III World Rabbit Congr.*, vol. 1, pp. 376-383.
- Throckmorton, C., Cheeke, P.R. y Patton, N.M. 1980. *Can J. Anim. Sci.*, 60, 1027-1028.
- Van Kempen, G.J.M. y Jansman, A.J.M. 1994. Use of EC produced oil seeds in animal feeds. En: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Butterworths, London.
- Villamide, M.J., Fraga, M.J. y de Blas, C. 1991. *Anim. Prod.*, 52, 215-224. ■