

## ALIMENTACION

### ► 1. Introducción

La utilización de cereales en las dietas de conejos es baja si se compara con otros monogástricos (cerdos o aves) o incluso con otros herbívoros de alta producción como las vacas de leche. El nivel medio de inclusión en las dietas de conejos en España está en torno al 10-15% (Mateos y Piquer, 1994). El cereal más utilizado es la cebada, si bien en algunas ocasiones se sustituye en parte por trigo o por maíz. El valor nutritivo de los cereales, como el de cualquier alimento, depende tanto de su contenido en principios inmediatos como de la capacidad del animal para transformarlos en nutrientes. Por lo tanto, hay factores de variación del valor nutritivo de un alimento intrínsecos y comunes para todas las especies, y otros extrínsecos que dependen sólo del animal y que van a ser los responsables de las diferencias en su valor nutritivo entre especies. Los factores intrínsecos son todos los relacionados con la composición química del alimento y la organización de esos compuestos químicos en estructuras más complejas dentro de las células y tejidos de la planta. Los factores extrínsecos son todos aquéllos relacionados con la capacidad de digerir (capacidad enzimática, tiempo de tránsito y presencia de otros compuestos que retarden o inhiban la acción enzimática) y absorber en la pared intestinal los nutrientes producidos. Es sobre estos factores extrínsecos donde vamos a centrar esta revisión, mencionando aquellos factores intrínsecos que, en cada caso, nos ayuden a explicar su utilización por el animal.

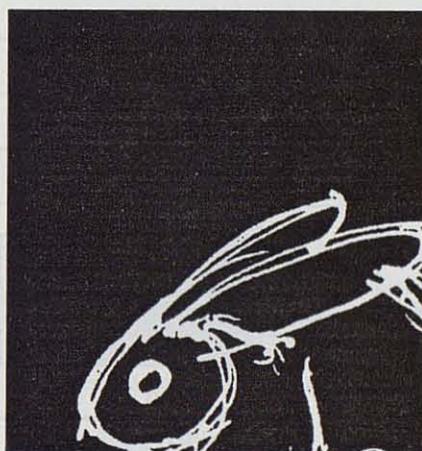
(\*) Dirección del autor: Departamento de Producción Animal, U.P. Madrid.

# Valor nutritivo de los cereales en conejos

• Rosa Carabaño Luengo (\*)

### ► 2. Valor energético de los cereales

El valor energético de los cereales procede fundamentalmente de la utilización por parte del animal del almidón contenido en el endospermo del grano. El contenido en almidón de los cereales es alto y oscila entre un 40 y un 70%. Los valores más bajos corresponden a los granos vestidos donde las cubiertas externas del grano suponen un peso más elevado (30 y 18% para la avena y cebada, respectivamente) y los más altos a los que se deno-



minan granos desnudos (5-7% para el maíz, trigo y sorgo).

En el cuadro 1 se muestran los valores energéticos de los cereales obtenidos por distintos autores. Excepto la avena (2.950 Kcal/Kg MS), el maíz, sorgo, trigo y cebada presentan valores energéticos medios comprendidos entre 3.500 y 3.650 Kcal/Kg MS.

Es interesante señalar que algunos de los valores más bajos de este intervalo corresponden al maíz, al contrario de lo que ocurre en cerdos y aves cuando se comparan estos cereales. Este hecho parece

estar relacionado con la menor digestibilidad que presenta el almidón del grano de maíz frente a otras fuentes de almidón (Blas et. al., 1990); Gidenne y Pérez, 1993 a, b). Los resultados obtenidos por Gidenne y Pérez (1993 a, b) -figura 1- muestran que la menor digestibilidad del almidón del grano de maíz frente al de la cebada o el del guisante se observa tanto a nivel ileal como a nivel fecal.

Sin embargo, este efecto no parece deberse a una falta de capacidad enzimática del conejo o a diferencias en la naturaleza química del almidón entre distintas fuentes ya que, el almidón purificado de maíz mostró una digestión completa, incluso a nivel ileal. Parece, por tanto, que es la estructura del grano y las propiedades físicas que se derivan de ésta las que juegan un papel importante en su utilización digestiva. El maíz posee una proporción de endospermo córneo mayor que el trigo y la cebada (40-50% vs 10-20%, respectivamente). Este endospermo córneo se caracteriza por tener una matriz proteica continua y densa que recubre los gránulos de almidón. Esto confiere al grano resistencia a la fractura y por tanto, produce, durante la molienda, un tamaño de partícula más grande que el de otros cereales con mayor proporción de endospermo harinoso (Lorenz y Kulp, 1991). La menor superficie expuesta al ataque enzimático y la protección física del almidón que supone el recubrimiento con la proteína insoluble, podrían explicar su menor digestibilidad tanto a nivel ileal como fecal.

Teniendo en cuenta que el tamaño medio de criba utilizado en la molienda durante la fabricación de piensos de conejos no permite un molido fino (3-4 mm, Mateos y Piquer, 1994), el valor energético recomendado para el maíz sería de 3.500-3.600

► **Cuadro 1. Composición química y valor energético de algunos cereales según diversos autores.**

CEREAL	FB %	PB %	EB (Kcal/KgMS)	CDE %	ED Kcal/KgMS
<b>MAIZ</b>					
Maertens et al (1988)	4,1	10,0	4.533	77,9	3.574
Villamide y de Blas (1991)	3,2	8,8	4.446	76,2	3.388
Hullar et al (1992)	2,2	10,2	4.500	76,8	3.670
<b>CEBADA</b>					
Martínez y Fernández (1980)	5,6	8,4	-	80,2	3.700
Maertens et al (1988)	6,9	9,4	4.400	76,1	3.348
Villamide y de Blas (1991)	4,7	11,9	4.400	80,2	3.522
<b>TRIGO BLANDO</b>					
Maertens et al. (1988)	3,6	11,4	4.500	79,2	3.557
Hullar et al (1992)	2,0	14,7	-	78,1	3.700
<b>AVENA</b>					
Maertens y de Groote (1984)	15,5	13,8	4.600	64,6	2.970
Maertens et al (1988)	7,6	13,7	4.600	64,4	2.962
Villamide y de Blas (1991)	13,3	9,7	4.460	64,9	2.895
<b>SORGO BAJO EN TANINOS</b>					
Maertens y de Groote (1984)	2,3	11,0	4.473	77,8	3.480

Kcal/Kg MS. Los valores más altos de este intervalo corresponderían a animales adultos donde la digestibilidad es casi completa, o al grano de maíz sometido a un tratamiento físico que rompa su estructura (extrusionado o molido fino). Los valores menores corresponderían a animales jóvenes en crecimiento donde la digestibilidad del almidón es significativamente menor (7% de media, Blas et al, 1990). El sorgo presenta una estructura parecida a la del maíz por lo que cabría esperar una utilización digestiva similar. Maertens y de Groote (1984) y Maertens et al. (1988) dan un coeficiente de digestibilidad de la energía del 78% para ambos cereales. Sin embargo, el menor contenido en energía bruta del sorgo (menor contenido en grasa) hace que su energía digestible sea inferior a la del maíz 3.480 Kcal/Kg MS (Maertens y de Groote 1984). Este valor energético sólo es aplicable a variedades de sorgo bajas en taninos. La cebada muestra en la mayoría de los trabajos una digestibilidad de la energía superior a la del maíz (2 a 4 puntos, cuadro 1), por lo que el valor energético que se le asigna puede ser similar o incluso supe-

Villamide y de Blas (1991) tampoco encontraron diferencias significativas en el valor energético de la cebada cuando se incluyó en la dieta un 20 o un 60%. La presencia de  $\beta$ -glucanos en las paredes celulares del endospermo (hasta el 7,5%) tampoco parece afectar a la utilización energética de la cebada en conejos (Tor-Agbidye et al., 1992). La existencia de actividad enzimática de distintas hidrocarronas de origen microbiano (pectinasas, xilanasas, celulasas,  $\beta$ -glucosidasas) en el intestino delgado del conejo podrían explicar la falta de efecto de los  $\beta$ -glucanos (Marounek y Vovk, 1995). Este hecho también podría explicar la falta de efecto de la inclusión de fibras ricas en pectinas (pulpa de remolacha), que producirían un aumento de la viscosidad intestinal similar al producido por los  $\beta$ -glucanos, sobre la utilización del almidón de cebada. Merino y Carabaño (1992) determinaron que la digestibilidad del almidón de cebada a nivel ileal y fecal es completa en dietas con un contenido en pulpa de remolacha del 30%. Teniendo en cuenta el menor contenido en energía bruta de la cebada respecto al

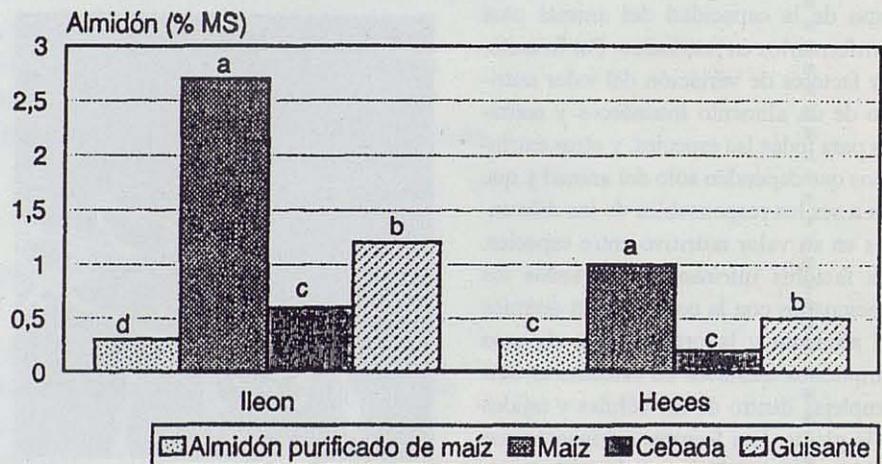


Figura 1. Efecto de la fuente de almidón sobre su concentración en ileon y heces (%MS) (Guidenne y Pérez, 1993).

rior al del maíz según algunos autores. Estos resultados podrían explicarse en parte por la mejor utilización digestiva del almidón de la cebada frente al del maíz. A nivel fecal, la digestión del almidón es completa y no se observan diferencias ni con la edad (Blas et al., 1990; Guidenne y Pérez, 1993 a) -figura 2-, ni con el nivel de inclusión en la dieta (del 24 al 63%, Blas, 1986); del 16,5 al 38,8%, Blas et al., 1990).

maíz, el valor de **energía digestible** recomendado para la cebada sería de **3.500 Kcal/Kg MS**, tanto para animales adultos como para animales en crecimiento. El trigo presenta una utilización digestiva de la energía similar a la de la cebada (79%), por lo que su valor en **energía digestible** sería de **3.560 Kcal/Kg MS**. No hay trabajos en conejos donde se estudie el efecto del contenido en pentosanas

► **Cuadro 2. Coeficiente de digestibilidad de la proteína (%) de algunos cereales según distintos autores.**

Autor	Maíz	Cebada	Trigo	Avena	Sorgo
Martínez y Fernández (1980)	-	60,9	-	-	-
Maertens y de Groote (1984)	-	-	-	72,6	54,6
Maertens et al (1988)	62,4	53,3	77,4	72,0	-
Villamide y de Blas (1991)	59,9	61,0	-	90,0	-

► **Cuadro 3. Contenido en nitrógeno (Lookhart, 1991) y perfil de aminoácidos de algunos cereales (%MS), respecto a las necesidades del conejo.**

Parámetro	Maíz	Trigo	Cebada	Avena	Necesidades
N (% MS)	1,52	2,38	1,89	2,23	2,88 (1)
Lisina (g/100 g N)	2,7	2,9	3,5	3,7	4,29 (2)
Met + Cis (g/100 g N)	3,6	2,9	3,3	3,3	3,44 (1)

(1) Lebas (1985), (2) Taboada et al. (1994).

sobre la utilización digestiva del grano de trigo. Sin embargo, debido a la existencia de xilanasas en el intestino delgado del conejo, no cabría esperar efectos negativos muy marcados.

► **3. Valor proteico de los cereales**

Las proteínas de los cereales han sido clasificadas tradicionalmente por su solubilidad en cuatro grupos. Las albúminas son solubles en agua, las globulinas en soluciones salinas diluidas, las prolaminas (gliadinas) en soluciones acuosas de alcohol y las glutelinas en soluciones ácidas o básicas. Las albúminas y globulinas son minoritarias (5-20% del total de proteína) en todos los cereales excepto en la avena (80%). Las prolaminas y glutelinas constituyen la fracción mayoritaria (80-90%) de la proteína del grano y, aunque por su solubilidad cabría esperar una menor digestibilidad, su localización preferente en el endospermo del grano (proteína de reserva) tiende a hacerlas más accesibles a la

hidrólisis enzimática (Wiseman e Inbarr 1990).

En el cuadro 2, se muestran los datos de digestibilidad de la proteína obtenida por distintos autores para los cereales. Los datos de composición química se muestran en el cuadro 1.

El trigo y la avena presentan los valores más altos de digestibilidad de la proteína (77 y 75 % respectivamente), mientras que en la cebada, el maíz y el sorgo los valores son del orden de 10 a 15 puntos inferiores.

De nuevo parece que la mayor proporción de endospermo córneo en el maíz y el sorgo podría hacer más indigestible la proteína del endospermo del grano. Este hecho, además, contribuiría a explicar el relativamente bajo valor en energía digestible del maíz. Una vez que se rompe esa estructura, la utilización de la proteína se incrementa. Villamide et al. (1991) dan un coeficiente de digestibilidad de la proteína para el gluten meal del 84%.

Las grandes diferencias observadas en la digestibilidad de la proteína entre cereales ponen de manifiesto, una vez más, la necesidad de formular la proteína en unidades digestibles ya que estas diferencias enfatizan el déficit de proteína de cereales, como el maíz, respecto a las necesidades del conejo.

Dado que tanto prolaminas como glutelinas se caracterizan por su bajo contenido en aminoácidos limitantes, especialmente lisina y treonina, los cereales se muestran deficitarios en estos mismos aminoácidos. En el cuadro 3 se muestra que el déficit de lisina de los cereales respecto a las necesidades del conejo varía entre un 55% (maíz y trigo) y un 88% (cebada y avena). Estas diferencias pueden elevarse cuando se produce un aumento del contenido en proteína del cereal como consecuencia del abonado, ya que este aumento se produce, sobre todo, en las proteínas de reserva (Wiseman e Inbarr, 1990).

Finalmente, conviene recordar que el valor relativo de los cereales para cubrir las necesidades de aminoácidos en conejos podría cambiar si el contenido se expresa en aminoácidos digestibles ya que, como se ha comprobado en otras materias pri-

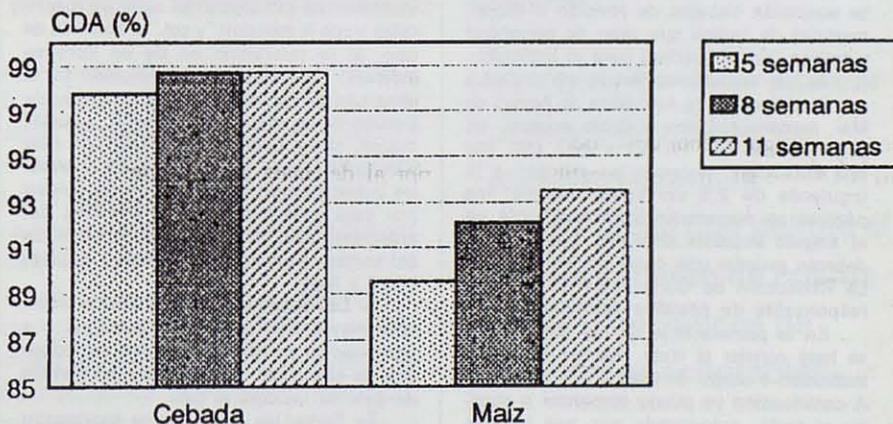
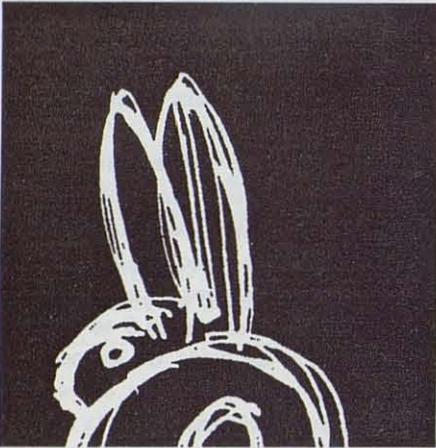


Figura 2. Efecto del tipo de cereal sobre el coeficiente de digestibilidad del almidón (CDA, %) a diferentes edades (Blas et al., 1990).

mas (alfalfa), la digestibilidad de los aminoácidos es distinta entre sí y distinta a su vez de la del conjunto de la proteína (García et al., 1995).



#### ► 4. Referencias

- BLAS, E. (1986) *El almidón en la nutrición del conejo: utilización digestiva e implicaciones prácticas*. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.
- BLAS, E., FANDOS, J.C., CERVERA, C., GIDENNE, T. y PEREZ, J.M. (1990) *5<sup>ème</sup> Journées de la Recherche Cunicole*. Paris
- GARCIA, J., PEREZ ALBA, L., ALVAREZ, C., ROCHA, R., RAMOS, M. y DE BLAS, J.C. (1995) *Anim. Feed Sci. (md Technol. (en prensa))*.
- GIDENNE, T. y PEREZ, J.M. (1993a) *Anim. Feed Sci. and Technol.* 42, 237-247.
- GIDENNE, T. y PEREZ, J.M. (1993b) *Anim. Feed Sci. and Technol.* 42, 249-257.
- LEBAS, F. (1985) *Alimentación de los animales monogástricos. Cerdo, conejo y aves*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- LOOKHART, G. (1991) En: *Handbook of Cereal Science and Technology*, pp 441-468. Marcel Dekker Inc, New York.
- LORENZ, K.J. y KULP, K. (1991) *Handbook of Cereal Science and Technology*. Marcel Dekker Inc. New York.
- MAERTENS, L. y DE GROOTE, G. (1984) *3rd World Rabbit Congress* 2, 44-251.
- MAERTENS, L., MOERMANS, R. y DE GROOTE, G. (1988) *J. Appl. Rabbit Res.* 11, 60-67.
- MAROUNEK, M. y VOVK, S.J. (1995) *Br. J. Nutr.* 73, 463-469.
- MATEOS, G.G. y PIQUER, J. (1994) *Boletín de Cunicultura* 76, 16-31.
- MERINO, J. y CARABANO, R. (1992) *J. Appl. Rabbit Res.* 15, 931-937.
- TABOADA, E., MENDEZ, J., MATEOS, G.G. YDEBLAS, J.C. (1994) *Liv. Prod. Sci.* 40, 329-337.
- TOR-AGBIDYE, Y., CHEEKE, P.R., NAKOUE, H.S., FROSETH, J.A. y PATTON, N.M. (1992) *J. Appl. Rabbit Res.* 15, 1144-1152.
- VILLAMIDE, M.J. y DE BLAS, J.C. (1991) *J. Appl. Rabbit Res.* 14, 144-147.
- VILLAMIDE, M.J., DE BLAS, C. y FRAGA, M.J. (1991) *Anim. Prod.* 52, 215-224.
- WISEMAN, J. e INBORR J. (1990) En: *Recent Advances in Animal Nutrition*, pp: 79-102. Ed. Butterworths, Londres. □

## Instrucciones de Publicación para los autores

-CUNICULTURA se complacerá en aceptar toda colaboración que se ajuste a las siguientes pautas generales:

1- Los trabajos versarán sobre temas de cunicultura. Deben ser originales e inéditos, y una vez aceptados por el Consejo de Redacción de la Revista, pasarán a ser propiedad de ésta hasta su publicación.

2- Debido a que CUNICULTURA es una revista eminentemente de divulgación, sólo se aceptarán trabajos de revisión o experimentales de campo que sean de actualidad y tengan interés práctico para el cunicultor.

3- Los manuscritos deben ser enviados a la Real Escuela de Avicultura de Arenys de Mar, mecanografiados a doble espacio, en papel formato DIN A4 (21 x 29,7 cm), por una sola cara, dejando un margen a la izquierda de 2,5 cm como mínimo; las páginas se numerarán correlativamente en el ángulo superior derecho. Los autores deberán guardar una copia de los artículos. La Redacción de Cunicultura no se hace responsable de posibles extravíos.

En la primera hoja de los manuscritos se hará constar el título, nombre del autor, institución o centro de trabajo y la dirección. A continuación ya puede comenzar a escribir el texto, procurando que sea lo más

completo posible para los lectores y poniendo los encabezamientos que se crea más adecuados para llamar la atención a las diferentes secciones.

4- A ser posible, el mismo artículo se enviará en un diskette de 5 1/4 ó 3 1/2 pulgadas, en lenguaje WORD STAR o WORD PERFECT, etc., sin haber cortado palabras.

5- La bibliografía se ordenará alfabéticamente al final del artículo. Todas las referencias bibliográficas serán citadas en el texto, con el nombre del autor en minúsculas y con la mención "y col." si son más de uno. Si la referencia es de un libro se indicará: Autor(es), título, volumen (si la obra consta de más de uno), número de Edición (si es otra que la primera), editorial, ciudad, año y páginas de la cita. Las citas bibliográficas que hagan referencia a artículos publicados en revistas se harán constar por este orden: apellido e iniciales del autor(es), año, título original, abreviatura del nombre de la revista, volumen y páginas inicial y final.

6- Las tablas deberán numerarse correlativamente con caracteres arábigos y a continuación se titularán. Si son reproducidas de otro autor, la referencia del nombre de éste se indicará al pie.

7- Todas las unidades se expresarán

en el Sistema Métrico Decimal, usando, por ejemplo, g y no gr, gr. o grs.

8- Las fotografías, en blanco y negro, sobre papel brillante y bien contrastadas, tendrán un tamaño mínimo de 6 x 9 cm y llevarán una numeración arábiga consecutiva según son mencionadas en el texto, bajo el nombre genérico de figuras.

9- Los esquemas, gráficos y figuras deberán estar trazados en tinta, sobre papel blanco y estarán ordenados consecutivamente según sean mencionados en el texto, con numeración arábiga. En el dorso de las fotografías se hará constar a lápiz el nombre del autor, número de la página y una flecha indicando claramente su correcta posición.

10- Las figuras se enviarán en blanco y negro o color y en número no superior a cinco. Un mayor número de ilustraciones necesitará previamente la aprobación del Editor.

11- La Revista se reserva el derecho de revisar los textos enviados con el fin de hacerlos lo máximo asequibles a sus lectores. Aunque para las correcciones de cierta importancia la Revista tiene por costumbre consultar con los autores, para las de menor cuantía lo hará a su exclusivo criterio y sin que por ello le incumba ninguna responsabilidad.