

## VALOR NUTRITIVO DE LOS CEREALES EN CONEJOS

Rosa Carabaño Luengo  
Departamento de Producción Animal, U.P.Madrid

### 1.- INTRODUCCION

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 aquellos 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.

### 2.- VALOR ENERGETICO 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 denominan 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 (2950 kcal/kg MS), el maíz, sorgo, trigo y cebada presentan valores energéticos medios comprendidos entre 3500 y 3650 kcal/kg MS.

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

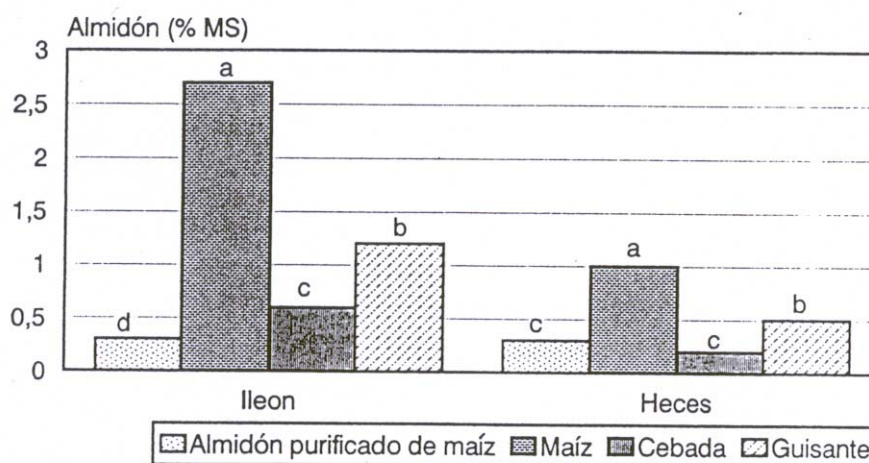
CEREAL	FB (%)	PB (%)	EB (kcal/kgMS)	CDE (%)	ED (kcal/kgMS)
<b>MAIZ</b>					
Maertens et al. (1988)	4,1	10,0	4533	77,9	3574
Villamide y de Blas (1991)	3,2	8,8	4446	76,2	3388
Hullar et al. (1992)	2,2	10,2	4500	76,8	3670
<b>CEBADA</b>					
Martínez y Fernández (1980)	5,6	8,4	-	80,2	3700
Maertens et al. (1988)	6,9	9,4	4400	76,1	3348
Villamide y de Blas (1991)	4,7	11,9	4400	80,2	3522
<b>TRIGO BLANDO</b>					
Maertens et al. (1988)	3,6	11,4	4500	79,2	3557
Hullar et al. (1992)	2,0	14,7	-	78,1	3700
<b>AVENA</b>					
Maertens y de Grootte (1984)	15,5	13,8	4600	64,6	2970
Maertens et al. (1988)	7,6	13,7	4600	64,4	2962
Villamide y de Blas (1991)	13,3	9,7	4460	64,9	2895
<b>SORGO BAJO EN TANINOS</b>					
Maertens y de Grootte (1984)	2,3	11,0	4473	77,8	3480

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.

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



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 **3500-3600 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).

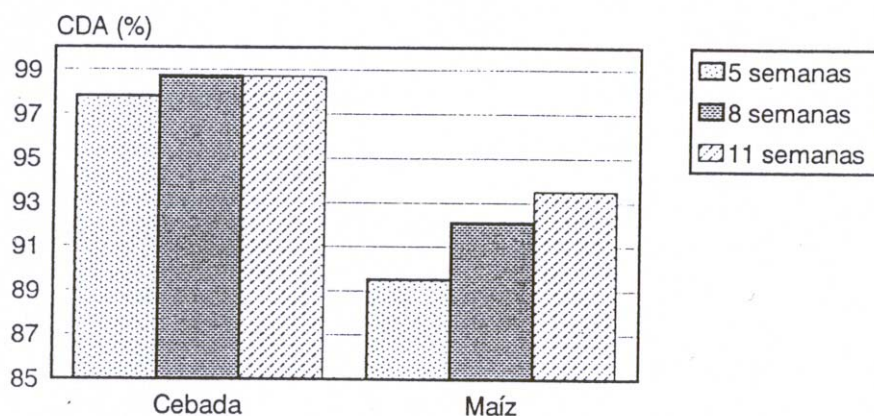
El **sorgo** presenta una estructura parecida a la del maíz por lo que cabría esperar una utilización digestiva similar. Maertens y de Groote (1984) y Maertens et al. (1988) dan un coeficiente de digestibilidad de la energía del 78% para ambos cereales. Sin embargo, el menor contenido en energía bruta del sorgo (menor contenido en grasa) hace que su **energía digestible** sea inferior a la del maíz **3480 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 superior 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). 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%.

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



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 hidrolasas 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 maíz, el valor de **energía digestible** recomendado para la cebada sería de **3500 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 **3560 kcal/kg MS**. No hay trabajos en conejos donde se estudie el efecto del contenido en pentosanas 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 hacerlas más accesibles a la hidrólisis enzimática (Wiseman e Inberr 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.

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

<b>Autor</b>	<b>Maíz</b>	<b>Cebada</b>	<b>Trigo</b>	<b>Avena</b>	<b>Sorgo</b>
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	-

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-60 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 Inberr, 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 primas (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).

**Cuadro 3.- Contenido en nitrógeno (Lookhart, 1991) y perfil de aminoácidos de algunos cereales (%MS), respecto a las necesidades del conejo. (1) Lebas (1985), (2) Taboada et al. (1994)**

	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)	4,3	4,0	4,0	4,4	3,75 (1)
Treonina (g/100 g N)	3,6	2,9	3,3	3,3	3,44 (1)

#### 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) *5èmes 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. and 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) *3<sup>rd</sup> World Rabbit Congress* 2, 244-251.
- 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 CARABAÑO, R. (1992) *J. Appl. Rabbit Res.* 15, 931-937.
- TABOADA, E., MENDEZ, J., MATEOS, G.G. Y DE BLAS, 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.