

Valor nutritivo de las distintas fracciones del trigo en conejos¹

Villamide², M.J., García, B., Merinero, S. y García, J.

Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid,

28040. España.

Resumen

En este trabajo se determinó el valor nutritivo para conejos en crecimiento del trigo blando y de sus cuatro fracciones de salvado utilizando el método de sustitución. Para ello se realizó una prueba de digestibilidad con 66 conejos de raza Neozelandes x Californiana de 1951 g de peso medio y entre 53 y 67 d de vida al inicio del periodo de digestibilidad, a los que se les suministraron las 6 dietas experimentales que consistieron en una dieta basal, con 19% FAD, y 5 dietas más en las que se sustituyó el 30% de la ración basal por trigo y sus diferentes fracciones: salvado grueso, salvado fino, harinilla y segundas. Los parámetros químicos que más diferían entre los distintos alimentos a valorar fueron las fibras, grasa y las cenizas, mientras que la PB se mantuvo relativamente constante. El valor energético se correlacionó negativamente con la proteína ligada a la FAD ($r=-0.95$) y con la FAD ($r=-0.87$), así la ED de las segundas fue similar a la del trigo (3820 kcal/kg MS), el salvado grueso y la harinilla presentaron un valor intermedio (3200 kcal/kg MS) y el salvado fino un valor considerablemente inferior (2832 kcal/kg MS). La digestibilidad de la PB no resultó diferente significativamente, si bien presentó valores ligeramente más bajos para las harinillas y segundas (72.6%) que para el trigo o las primeras fracciones (83%). La digestibilidad de la FAD resultó mayor que la de la FND (67 vs 41 %) para los tres tipos de salvado

¹ Trabajo financiado por CICYT. Proyecto AGF 96-1176, ² Correspondencia a M^a Jesús Villamide

intermedios (grueso, fino y harinilla) lo que parece indicar una mayor digestibilidad de la celulosa que de las hemicelulosas.

Introducción

Los distintos subproductos de molinería del trigo, agrupados normalmente bajo la nomenclatura salvado de trigo son alimentos tradicionalmente usados en las dietas de los animales domésticos, y representan junto con la alfalfa las fuentes de fibra características de los piensos de conejos. El salvado de trigo ha sido estudiado en numerosos trabajos genéricos de valoración de alimentos (Maertens and De Groote, 1984, Fekete y Gippert, 1986, Fernández-Carmona *et al.*, 1996), así como en algunos específicos de subproductos de cereales (Robinson *et al.*, 1986, Villamide *et al.*, 1989 y Blas *et al.*, 2000). Los resultados obtenidos son bastante variables tanto en la composición química de los salvados (fibra ácido detergente (FAD) de 9 a 17%, proteína bruta (PB) de 14 a 19%) como en la digestibilidad de los distintos componentes (coeficiente de digestibilidad de la PB (CDPB) de 66 a 88%, energía digestible (ED) de 2510 a 3284 kcal/kg MS). Parte de esta variabilidad puede ser debida a la mezcla de distintas fracciones de salvado en el mismo tipo comercial. Sin embargo en un trabajo muy completo realizado en la Universidad Politécnica de Valencia por Blas *et al.*, (2000) en el que estudian 8 muestras de salvado (4 grueso y 4 fino) procedentes de 4 harineras concluyen que esta división en salvado fino y grueso es difícil de justificar ya que la composición química varía más entre muestras de la misma clase que entre clases y en cuanto al valor nutritivo tan solo encontraron una mayor digestibilidad del salvado grueso en la fibra bruta (FB) y PB. La dificultad de predecir el valor nutritivo de los salvados ya fue señalado por Bartnik y Jakubczyk (1989), quienes afirman que no hay

dos muestras de salvado con igual valor nutritivo aunque su composición química sea idéntica.

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar la utilización digestiva por conejos en crecimiento de una muestra de trigo blando y sus cuatro fracciones de salvado en función del grado de extracción de almidón.

Material y métodos

Alimentos y dietas

A partir de un trigo blando de variedad desconocida, en una harinera comercial se obtienen la harina de trigo y cuatro fracciones de salvado denominadas salvado grueso, salvado fino, harinilla y harina especial o segundas, cuya composición química aparece en la Tabla 1.

Para evaluar estos alimentos por el método de sustitución se formuló una ración basal compuesta por: 25% cebada, 15% harina de girasol 32, 8% harina de soja 44, 38% harina de alfalfa, 10% pulpa de remolacha, y un 4% de premix compuesto por 1% carbonato cálcico, 0.5% ClNa, 0.5% corrector vitamínico mineral y 2% sepiolita. En esta ración basal se sustituyen tanto el trigo como los diferentes salvados al 30% en fresco (su nivel de sustitución real se corrigió en función de la MS de los alimentos en el momento de la fabricación, resultando entre 29.11% y 29.9%), manteniendo en todas ellas constante el nivel de premix para evitar deficiencias nutritivas. La composición química de las dietas experimentales se muestra en la Tabla 2.

Prueba de digestibilidad

El ensayo de digestibilidad se llevó a cabo siguiendo el Método de Referencia Europeo (Pérez et al., 1995). Se utilizaron un total de 66 conejos de un cruce comercial Neozelandés por Californiano, de edades comprendidas entre 53 y 67 días al comienzo del periodo de digestibilidad. Su peso medio fue de 1951 g. Las dietas fueron distribuidas al azar entre los animales (11 conejos por dieta). Después de 10 días de adaptación a la dieta,

Tabla 1. Composición química del trigo y las distintas fracciones de salvado (%MS)

	Trigo	Salvado Grueso	Salvado fino	Harinilla	Segundas
<i>Materia Seca</i>	86.48	90.00	90.82	90.03	89.15
Cenizas	1.67	6.50	5.47	3.81	1.58
Proteína Bruta	13.54	17.49	15.97	18.01	15.53
Extracto Etéreo	1.36	4.07	3.56	4.76	2.57
FND	13.42	51.32	41.60	29.74	14.37
FAD	2.60	15.35	12.75	8.60	0.24
PB-FND	1.47	6.24	4.22	1.57	2.00
PB-FAD	0.09	0.38	0.41	0.30	0.01
Energía Bruta (kcal)	4417.5	4569.3	4555.9	4598.1	4440.0

se controló el consumo y la excreción de heces durante 4 días consecutivos. Las heces producidas diariamente se almacenaron a -20°C . Posteriormente se secaron a 80°C durante 48 h y se molieron para realizar los análisis de cenizas, energía bruta, PB, FND y FAD. Se eliminaron 12 animales del ensayo de digestibilidad por problemas de diarrea, desperdicio del alimento y/o elevada excreción de heces blandas.

Análisis

Los análisis químicos se realizaron siguiendo las directrices de la AOAC (1984) para la materia seca, cenizas, proteína y extracto etéreo. La FND y FAD se analizaron secuencialmente (Van Soest et al. 1991), y sobre los residuos de ambos análisis se determinó el contenido en proteína, para estimar la proteína ligada a la fibra.

Tabla 2. Composición química de los piensos experimentales (% MS)

	Dietas experimentales					
	RB	T	SG	SF	H	S
MS	90.00	90.19	90.00	90.04	90.04	89.67
Cenizas	11.53	10.34	11.06	11.11	10.52	9.84
PB	18.74	17.27	18.38	18.33	18.26	17.26
FND	35.71	30.29	37.51	35.00	34.09	27.09
FAD	19.27	16.15	17.98	17.57	16.11	14.39
PB-FND	3.86	3.30	4.07	3.29	3.16	3.04
PB-FAD	0.78	0.72	0.78	0.79	0.59	0.53
EB (kcal/kg MS)	4209.1	4191.1	4297.8	4221.2	4210.9	4136.4

El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico SAS, utilizando el procedimiento GLM, con la dieta como factor principal y separando las medias a través del test de Duncan. Para la estimación del valor nutritivo medio y del error estándar de las distintas fracciones del trigo se determinó el nivel de sustitución real de los alimentos en función de la MS de las materias primas y se corrigió el valor nutritivo de los piensos por su contenido en premix (Villamide *et al.*, 2001), posteriormente se estimó el

contenido en nutrientes digestibles de los distintos alimentos por diferencia entre la dieta con el alimento problema y la dieta basal.

Resultados y discusión

Los resultados de la prueba de digestibilidad y la ingestión media diaria de los piensos experimentales se muestra en la Tabla 3. La digestibilidad de la MS, MO y energía está negativamente correlacionada con el contenido en fibra de las dietas, así la digestibilidad de la MS de los piensos con salvado grueso o fino y la dieta basal es de 62.3%, la de la harinilla 64.6% y la de las segundas y el trigo 70.2%. La digestibilidad de la materia orgánica es 1.3 puntos mayor que la de la MS debido a la adición de sepiolita a las dietas, sin embargo la digestibilidad de la energía resultó de media muy similar a la de la MS. La FND es la fracción fibrosa que mejor se correlacionó con la digestibilidad de la energía ($r=-0.914$). La digestibilidad de la proteína resultó similar para todos los piensos (72.9%, $P=0.45$) no viéndose afectada por tanto por el tipo de salvado utilizado. La digestibilidad de la FND presentó valores relativamente elevados, observándose diferencias significativas ($P=0.03$) entre el pienso con salvado grueso (37.1%) y la ración basal (30.5%) mostrando las otras dietas valores intermedios. La digestibilidad de la FAD fue significativamente superior para las dietas con las distintas fracciones de trigo (21-30%) que para la dieta basal (15.8%). Cuando se analizan solo las dietas con trigo y sus fracciones se observó una correlación positiva ($r=0.85$) entre el CDFAD y el porcentaje de proteína que se encuentra ligado a la FAD. Los valores de energía digestible de las dietas siguen las mismas tendencias del CDE, si bien se marcan

Tabla 3. Coeficientes de digestibilidad de los piensos experimentales (%).

	<i>Dietas experimentales¹</i>						SEM	P
	RB	T	SG	SF	H	S		
N ²	11	7	8	9	9	10		
Ingestión, g/d	164.3 ^a	145.2 ^{bc}	147.9 ^{bc}	154.3 ^{ab}	152.4 ^{ab}	134.1 ^c	14.6	0.0011
CDMS	61.99 ^c	69.47 ^a	62.72 ^c	62.20 ^c	64.57 ^b	70.85 ^a	1.53	0.0001
CDMO	62.76 ^d	70.79 ^b	64.16 ^d	63.45 ^d	66.05 ^c	72.29 ^a	1.53	0.0001
CDE	61.46 ^d	69.12 ^a	63.54 ^{bc}	62.13 ^{cd}	64.68 ^b	70.26 ^a	1.63	0.0001
CDPB	71.99	73.50	74.01	72.39	72.33	73.46	2.49	0.4517
CDFND	30.46 ^b	35.23 ^{ab}	37.09 ^a	32.13 ^b	35.2 ^{ab}	32.57 ^{ab}	4.54	0.0317
CDFAD	15.82 ^c	28.56 ^a	29.64 ^a	25.30 ^{ab}	23.28 ^{ab}	21.56 ^{bc}	6.55	0.0004
DE, kcal/kg MS	2586.9 ^c	2896.7 ^a	2730.8 ^b	2622.8 ^c	2723.9 ^b	2906.3 ^a	68.59	0.0001

¹RB= Ración basal, T, SG, SF, H, S= dietas en las que el 30 % de la RB es sustituido por Trigo, Salvado Grueso, Salvado Fino, Harinillas y Segundas, respectivamente. ² n° de datos analizados por tratamiento.

más las diferencias entre dietas por efecto de la energía bruta, así las dietas de mayor contenido en ED son las del trigo y segundas (2900 kcal), luego las del salvado grueso y harinilla (2727 kcal) y por último las del salvado fino y la ración basal (2605 kcal).

A partir de la evaluación de las dietas se estimó por diferencia el valor nutritivo de las distintas fracciones del trigo cuyos datos aparecen en la Tabla 4. El valor energético del trigo y de la harina especial o segundas ha resultado muy elevado (3820 kcal/kg MS), el salvado grueso y la harinilla presentaron igual valor energético y relativamente elevado (3200 kcal/kg MS) y el salvado fino un valor energético considerablemente inferior (2832 kcal /kg MS), y más próximo a los valores asignados en tablas y en la literatura (el valor medio de 15 datos denominados genericamente salvado fue 2934 kcal/kg MS). Estas diferencias en el valor energético, principalmente

entre las tres primeras fracciones de salvado (grueso, fino y harinilla) no coinciden con diferencias en la composición química de las mismas, e incluso van en sentido contrario a lo esperado. Así, el salvado grueso tiene mayor contenido en FND, FAD y cenizas que el salvado fino y sobre todo que la harinilla, mientras que presenta menor o igual valor energético, respectivamente. No obstante, el salvado grueso obtiene mayor cantidad de energía a partir del mayor contenido en FND digestible, proteína digestible y extracto etéreo, que compensan y superan en aproximadamente 160 kcal la menor energía obtenida del almidón más azúcares. Cuando se analizaron en su conjunto el trigo y sus subproductos, el parámetro químico más correlacionado (negativamente) con la ED y el CDE fué el porcentaje de PB ligada a la FAD, que explicaba el 91% (P=0.01) de la variación del valor energético de estos alimentos, mientras que la FAD solo explicaba el 76% de esta variación. De igual modo, la digestibilidad de la proteína es menor, aunque

Tabla 4. Estimación del valor nutritivo de las distintas fracciones del trigo por el método de sustitución (medias \pm error estándar)

	Trigo	Salvado grueso	Salvado fino	Harinilla	Segundas
ED	3819.02 ± 100.55	3216.8 ± 98.84	2832.5 ± 89.99	3179.3 ± 84.43	3822.1 ± 104.10
CDE	86.45 ± 2.27	70.40 ± 2.16	62.17 ± 1.97	69.14 ± 1.84	86.08 ± 2.34
CDPB	83.03 ± 5.12	82.91 ± 2.17	83.41 ± 3.53	72.82 ± 3.45	72.48 ± 4.36
CDFND	79.30 ± 22.16	43.17 ± 2.74	30.49 ± 4.33	51.35 ± 5.18	28.93 ± 15.6
CDFAD		73.51 ± 6.57	63.92 ± 9.65	65.43 ± 13.49	

no llega a ser significativo, para las dos últimas fracciones (harinilla y segundas) que para el salvado grueso o fino y el trigo entero. Blas et al. (2000) observaron una menor digestibilidad de la PB para el salvado fino (72.9%), que comercialmente suele llevar

parte de la harinilla, que para el grueso (83.2%), achacando estas diferencias al mayor contenido en PB-FAD del salvado fino y a su mayor porcentaje de proteína procedente del endospermo, prolaminas y glutelinas. Esto parece sugerir que las diferencias en la digestibilidad de los nutrientes puede estar relacionada con diferencias morfológicas de los tejidos del grano de trigo. Sin embargo, en la molienda del trigo las separaciones de las distintas fracciones se hace por métodos físicos de tal manera que éstas no coinciden con tejidos morfológicamente diferenciados, son mezclas de fragmentos de pericarpio, testa, aleurona, germen y endospermo, este último en mayor o menor medida según el grado de extracción del almidón (Bartnik y Jakubczyk, 1989).

La estimación de las digestibilidades de las fibras son poco precisas debido tanto a la variabilidad del propio parámetro en las dietas como al relativamente bajo contenido de estos componentes en los alimentos, principalmente en el caso del trigo y segundas, para las que no se presenta la digestibilidad de la FAD porque no resultó significativamente distinto de cien. La digestibilidad de la FND varió entre $29 \pm 16\%$ para las segundas y $79 \pm 22.16\%$ para el trigo, y está positivamente correlacionada ($r=0.86$, $P=0.06$) con la PB-FAD. La FAD presentó mayor digestibilidad que la FND para los tres tipos de salvado intermedios (67% vs 41%), lo que parece indicar una mayor digestibilidad de la celulosa que de la hemicelulosa. Según Bach Knudsen et al. (1995) los arabinosilanos son más fáciles de romper que la celulosa en las paredes celulares de la aleurona y endospermo, sin embargo en el pericarpio y la testa, resultan liberados al mismo tiempo debido a la distinta organización de los polisacáridos y a los enlaces cruzados entre las macromoléculas (principalmente lignina y arabinosilanos).

Bibliografía

AOAC, 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 14th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.

Bartnik, M., Jakubczyk, T. 1989. Chemical composition and nutritive value of wheat bran. *World Rev. Nutr. Diet*, 60:92-131.

Bach Knudsen, K.E., Steenfeldt, S., Borsting, C.F., Eggum, B.O. 1995. The nutritive value of decorticated mill fractions of wheat. 1. Chemical composition of raw and enzyme treated fractions and balance experiments with rats.

Blas, E., Fernández-Carmona, J., Cervera, C., Pascual, J.J. 2000. Nutritive value of coarse and fine wheat brans for rabbits. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 88: 239-251.

Fekete, S., Gippert, T., 1986. Digestibility and nutritive value of nineteen important feedstuffs for rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 9: 103-108

Maertens, L., De Broote, G., 1984. Digestibility and digestible energy content of a number of feedstuffs for rabbits. In: *Proceedings of the Third Congress of World Rabbit Science Association*. Rome. Vol. 1. WRSA Publication. pp. 244-251.

Pérez, J.M., Lebas, F., Gidenne, T., Maertens, L., Xiccato, G., Parigi-Bini, R., Dalle Zoote, A., Cossu, M.E., Carazzolo, A., Vilamide, M.J., Carabaño, R., Fraga, M.J., Ramos, M.A., Cervera, C., Blas, E., Fernández-Carmona, J., Falcao e Cunha, L., Bengala Ferre, J., 1995. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Sci.* 3, 41-43.

Robinson, K.L., Cheeke, P.R., Kelly, J.D., Patton, N.M., 1986. Effect of fine grinding and supplementation with hay on the digestibility of wheat bran by rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 9, 166-167.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.

Villamide, M.J., de Blas, J.C., Carabaño, R., 1989. Nutritive value of cereal by-products for rabbits. 2. Wheat bran, corn gluten feed and dried distillers grains and solubles. *J. Appl. Rabbit Res.* 12, 152-155.

Villamide, M.J., Maertens, L., Cervera, C., Pérez, J.M., Xiccato, G. 2001. A critical approach of the calculation procedures to be used in digestibility determination of feed ingredients for rabbits. *World Rabbit Sci.* (in press)

Utilización de piensos de alfalfa en la recría de conejas reproductoras

Cervera, C., Costera, A., Moya, J., Fernández-Carmona, J. y Pascual, J.J.

Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, 14. 46071 Valencia

Resumen.

Se ha comparado el crecimiento durante la recría y la producción durante el primer parto de 23 conejas con un programa de alimentación y empleando un pienso convencionales (grupo CC) con otras 22 alimentadas con un pienso muy fibroso durante la recría y la gestación y pienso convencional durante la lactación (grupo AC).

Los resultados mostraron un aumento de la ingestión y un retraso en el crecimiento de las conejas AC durante la recría, por lo que el tiempo necesario para alcanzar el peso necesario para la inseminación se prolongó una semana.

No hubo diferencias entre los grupos en el tamaño y peso de las camadas al parto. Sin embargo, las conejas que habían consumido el pienso más fibroso durante la recría mostraron una mayor ingestión y mayor producción de leche durante la lactación y similar aumento de peso.

Introducción

La rentabilidad de una granja cunícola está en buena parte afectada por el rendimiento productivo de las conejas, ya que de ellas depende el que sean destetados más o menos gazapos por hembra y año, y la alimentación de estas afecta a su condición corporal y a su producción.

Por ello, distintos trabajos han estudiado la posibilidad de aumentar la ingestión de energía durante la lactación empleando piensos de mayor contenido energético durante esta fase (Cervera y Pascual, 1998; Fernández-Carmona *et al*, 2000). Otra posible solución a los problemas de déficit energético que se producen en estos