

EFFECTO DEL TIPO DE FIBRA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD FECAL E ILEAL EN CONEJOS

R. Carabaño, A.I García., J. Mateos, J. García, I. Gutiérrez , C. de Blas
Dpto Producción Animal. ETSIA.UPM. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid

INTRODUCCIÓN

Las altas necesidades en fibra de los conejos (35% de FND, de Blas et al.,1995) justifican la inclusión en las dietas de un elevado número de materias primas fibrosas con características químicas y físicas muy diferentes. El tipo de fibra que se incorpora en la dieta puede modificar las funciones digestivas del intestino delgado dando lugar a una reducción en la absorción de los nutrientes. Los nutrientes no absorbidos pueden, sin embargo, ser utilizados en tramos posteriores del intestino por la población microbiana. Este cambio en el lugar de la digestión puede cambiar la eficacia de utilización de los nutrientes.

Con este trabajo se pretende conocer el efecto que el tipo de fibra tiene sobre el proceso digestivo y las posibles variaciones que se producen en la digestibilidad del alimento así como en las contribuciones a la misma del intestino delgado y grueso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dietas. Se formularon 5 dietas que contenían como única fuente de fibra torta de pimentón, hoja de olivo, heno de alfalfa, cascarilla de soja y cascarilla de girasol. respectivamente. Para ello se elaboraron las dietas incluyendo un 75% de la fuente de fibra estudiada (torta de pimentón, hoja de olivo y heno de alfalfa) o un 62% (cascarilla de soja y cascarilla de girasol) y se completaban con un 20% y un 33 % de concentrado (harina de trigo y concentrado proteico purificado de soja) respectivamente, manteca, minerales, DL-metionina y corrector vitamínico mineral. El objetivo era obtener dietas con un contenido en PB de al menos un 18.5% y un 5% de almidón y en las que la fuente de fibra procediese únicamente de la materia prima objeto de estudio. Todas las dietas incluían 2g/ kg de la fuente de fibra correspondiente marcada con cromo para la determinación de la digestibilidad ileal. La composición de materias primas, el análisis de tamaño de partícula y la composición química de las dietas se muestran en la Tabla 1, 2 y 3 respectivamente.

Animales. Un total de 25 conejas (3366 g de peso), fistulizadas con una cánula de vidrio en forma de T colocada en el íleon terminal Merino (1994), de raza Neozelandés Blanco x Californiano, fueron asignadas al azar a las 5 dietas, a razón de 5 animales por dieta.

Prueba de Digestibilidad Fecal. Los animales se alojaron en jaulas metabólicas. Fueron alimentados ad libitum durante todo el experimento y estuvieron sometidos a un periodo de 12 h de luz - 12 h de oscuridad. Tras un periodo de adaptación a la dieta de 7 días se controló el consumo y se recogieron las heces durante cuatro días consecutivos. Las heces se almacenaron en bolsas de polietileno a -20 °C. Posteriormente las heces fueron secadas en una estufa a 80 °C durante 48 h y se analizó materia seca (MS) y proteína bruta (PB).

Prueba de Digestibilidad Ileal. Tres días después de finalizar la prueba de digestibilidad fecal se procedió a la colecta ileal. De cada coneja se recogía por gravedad sobre unos botes una muestra de ileon, manteniendo la cánula abierta durante una hora al día. Un total de 6 muestras por coneja se obtuvieron en las recogidas de 6 días consecutivos. Tres de estas muestras fueron recogidas durante el periodo de cecotrofia de los animales (a las 9.00, 11.00 y 13.00 h) y se mezclaron en un mismo bote. Las otras tres muestras se recogieron durante el periodo de excreción de heces duras (a las 18.00, 20.00 y 22.00 h) y se mezclaron también en otro bote. Estas dos muestras resultantes se almacenaron a -20°C y posteriormente se liofilizaron. Después de la liofilización y por cada animal, las muestras de los periodos de cecotrofia y de excreción de heces duras se mezclaron en la misma cantidad. De estas muestras se analizó MS, PB y polisacáridos no amiláceos y almidón. Tres días después del periodo de recogida de muestras ileales se controló la producción de heces blandas dos veces y de manera individual de acuerdo al procedimiento descrito por Carabaño et al (1988).

Análisis químicos. Para la determinación de materia seca (MS) y proteína bruta (PB) se siguieron los procedimientos descritos por la AOAC (1984). Los análisis de fibra neutro detergente (FND) se realizaron según el método descrito por Van Soest et al (1991) y fibra ácido detergente (FAD) y lignina ácido detergente (LAD) según el protocolo de Goering y Van Soest (1970). Para el análisis de los polisacáridos no amiláceos se siguió el procedimiento descrito por Theander et al. (1995). El contenido en almidón se analizó mediante un Kit de Boehringer Mannheim N° 716251. Para la obtención de los datos de cromo, primero se incineraron las muestras a 550°C y posteriormente se solubilizaron los minerales dejando hervir las muestras en una solución de 1,5 M HNO_3 y KCl (3,81 g/l), el contenido en cromo de las heces duras y blandas así como las de ileon fueron determinadas por espectrofotometría de absorción atómica.

Análisis estadístico. Para determinar el efecto del tipo de fibra sobre la digestibilidad fecal e ileal de la MS, la PB, el almidón y los polisacáridos no amiláceos se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 4 se muestran los resultados del efecto del tipo de dieta sobre la digestibilidad ileal y fecal de la materia seca (DiMS, DfMS, respectivamente) y de la proteína bruta (DiPB, DfPB, respectivamente), así como sobre la digestibilidad ileal del almidón. El tipo de dieta tuvo un efecto sobre la digestibilidad ileal ($P=0,057$) y fecal ($P=0,001$) de la materia seca. La dieta con cascarilla de soja presentó un valor mayor de DiMS (0,52) frente al resto de las dietas que presentaron un valor similar entre ellas (0,40, como valor medio). Este efecto podría explicarse por la mayor proporción de almidón, proteína y PNA digestibles en ileon para esta dieta respecto a las demás.

Las diferencias entre la DfMS y la DiMS nos dan una estimación de la digestibilidad cecal de MS (DcMS) de las dietas. Los valores medios obtenidos para DcMS las dietas de torta de pimentón, hoja de olivo, heno de alfalfa, cascarilla de soja y cascarilla de girasol fueron 0,32, 0,08, 0,23, 0,13 y 0,04, respectivamente. Las variaciones individuales para este parámetro se relacionaron mediante un procedimiento paso a paso con las variables químicas y físicas de las dietas que aparecen en las Tablas 2 y 3. La ecuación resultante fue:

$$DcMS = -0,25 (\pm 0,11) + 0,006 (\pm 0,001) PP(<0,315) - 0,014 (\pm 0,008) PP(>1,25); R^2 = 0,65 \text{ n}=25$$

$$(P=0,001) \qquad \qquad \qquad (P=0,069)$$

donde: PP(<0,315)= proporción de partículas menores de 0,315 mm y PP(>1,25)= proporción de partículas mayores de 1,25 mm. La mejora en la DcMS con el aumento de la proporción de partículas finas (<0,315) podría estar relacionada con el aumento del tiempo de retención cecal de la digesta cuando se reduce el tamaño de partícula de las dietas observado por García (1997). La proporción de partículas menores de 0,315 mm fue también la variable más correlacionada con las variaciones encontradas en la DfMS ($r= 0,77$).

La digestibilidad ileal del almidón fue prácticamente completa (0,99, como media) y no se vio modificada por el tipo de dieta. La reducción en la actividad de sacarosas ileales en animales que consumían las dietas de torta de pimentón, hoja de olivo y cascarilla de soja observada por García et al (1997), no parece suficiente para reducir la digestibilidad ileal del almidón.

La digestibilidad ileal de los PNA varió entre 0,17 para la dieta de heno de alfalfa y hoja de olivo y 0,35 de la dieta de cascarilla de girasol, sin embargo la alta variabilidad individual para este parámetro impidió que se detectasen diferencias significativas entre dietas. El polisacárido de la pared celular que mejor se digirió en todas las dietas fueron los ácidos urónicos, cuya digestibilidad varió, aunque no de manera significativa, entre un 0,28 para la dieta con hoja de olivo y un 0,48 para la dieta con torta de pimentón. Los ácidos urónicos sólo representan un 32% de media sobre el total de PNA de la dieta, pero explican entorno al 58% del total de PNA digestibles. Este hecho concuerda con los resultados de digestibilidad ileal para los PNA y ácidos urónicos obtenidos por Gidenne (1992) con animales alimentados con una dieta semisintética cuya única fuente de fibra era la alfalfa. El componente mayoritario de los PNA de la dieta es la glucosa, que supone de media un 45% sobre el total, sin embargo su digestibilidad ileal fue siempre inferior a la obtenida para los ácidos urónicos. Este hecho concuerda con la menor velocidad de fermentación de la glucosa respecto a los ácidos urónicos y a la menor actividad de celulasas respecto a pectinasas observada en el intestino delgado del conejo (Marounek et al, 1995). La dieta tuvo un efecto significativo ($P=0,009$) sobre la digestibilidad ileal de la glucosa, sin embargo esta variación no pudo ser explicada con ningún parámetro químico ni físico de las dietas. Hay que destacar la elevada digestibilidad de la glucosa (0,34) en el caso de la dieta con cascarilla de girasol, que incluso fue superior a la digestibilidad fecal (0,20) observada por García et al (sin publicar) utilizando conejos sin canular alimentados con la misma dieta. Sin embargo este hecho no tiene un explicación biológica clara.

REFERENCIAS

AOAC, 1984. Official Methods of Analysis (14th Ed). *Association of Official Analytical Chemists (Ed)*, Arlington, VA.

DE BLAS J.C., TABOADA E., MATEOS G.G., NICODEMUS N. Y MENDEZ J., 1995. Effect of substitution of starch for fiber and fat in isoenergetic diets on nutrient digestibility and reproductive performance of rabbits. *J. Anim.Sci.* 73, 1131-1137.

CARABAÑO R., FRAGA M.J., SANTOMA G. Y DE BLAS J.C., 1988. Effect of diet on composition of cecal contents and on excretion and composition of soft faeces and hard faeces of rabbits. *J. Anim. Sci.*, 66:901-910.

GARCIA A.I., GARCIA J., DE BLAS C., PIQUER J. Y CARABAÑO R., 1997. Efecto de la fuente de fibra sobre la actividad enzimática de la amilasa pancreática y las sacarosas en yeyuno e ileon. *ITEA.*, 190-192.

GARCIA J., 1997. Efecto de la fuente de fibra sobre la digestión en el conejo. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

GIDENNE T., 1992. Effect of fibre level, particle size and adaptation period on digestibility and rate of passage as measured at the ileum and in the faeces in the adult rabbit. *Br. J. Nutr.*, 67:133-146.

GOERING H.K., VAN SOEST P.J., 1970. *Forage Fiber Analysis* 24. USDA. Agricultural Handbook 379, USDA, Washington, DC.

MAROUNEK M., VOVK S.J., SKRINOVA V., 1995. Distribution of activity of hydrolytic enzymes in the digestive tract of rabbits. *Br. J. Nutr.* 73:463-469.

MERINO J.M., 1994. Puesta a punto de una técnica de canulación ileal en el conejo para el estudio del aprovechamiento de los nutrientes de la dieta. Tesis Doctoral Universidad Complutense de Madrid.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE, 1985. *SAS User's guide: Statistics*. SAS Institute, Cary, NC.

THEANDER O., AMAN P., WESTERLUND E., ANDERSON R. Y PETTERSSON D., 1995. Total dietary fiber determined as neutral sugar residues, uronic acid residues, and klason lignin (The Uppsala Method): Collaborative Study. *Journal of AOAC International*, Vol. 8, nº 4: 1030-1044.

VAN SOEST J.P., ROBERTSON J.B., LEWIS B.A., 1991. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, Neutral Detergent Fiber and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.

Tabla 1 Composición de las dietas (g kg⁻¹)

	Torta de Pimentón	Hoja de Olivo	Heno de Alfalfa	Cascarilla de Soja	Cascarilla de Girasol
Torta de Pimentón	750				
Hoja de Olivo		750			
Heno de Alfalfa			750		
Cascarilla de Soja				620	
Cascarilla de Girasol					620
Harina de trigo	154	78	154	208	183
Proteína de Soja	50	126	50	120	155
Manteca	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
DL-metionina	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
NaCl	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
CaCO ₃	6,0	6,0	6,0	9,0	5,0
Ca ₃ (PO ₄) ₂	17,5	17,5	17,5	20,5	14,5
Corrector	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Cromo mordanzado a fibra	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Tabla 2 Tamaño de partícula de las dietas (g kg⁻¹ DM)

Tamaño de partícula (mm)	Torta de Pimenton	Hoja de Olivo	Heno de Alfalfa	Cascarilla de Soja	Cascarilla de Girasol
<0,160	88,1	65,4	65,3	53,1	39,5
0,160-0,315	6,8	6,2	13,3	13,9	14,8
0,315-0,630	3,9	6,7	11,7	16,1	24,0
0,630-1,250	1,2	14,6	8,1	14,6	18,9
>1,250	0,0	7,1	1,6	2,3	2,8

Table 3 Composicion quimica de las dietas (g kg⁻¹ MS)

	Torta de Pimenton	Hoja de Olivo	Heno de Alfalfa	Cascarilla de Soja	Cascarilla de Girasol
Proteina bruta	205	189	203	227	208
Almidon	108	54.6	108	146	128
Fibra neutro detergente	255	285	316	348	472
Fibra acido detergente	215	235	229	247	376
Lignina acido detergente	124	133	53.0	17.8	134
Polisacaridos no amilaceos					
Total	178,9	162,6	176,2	339,2	285,6
Ramnosa	1,7	2,1	2,6	3,6	2,8
Arabinosa	7,2	16,7	14,3	22,9	14,5
Xilosa	6,5	8,5	20,2	19,7	38,6
Manosa	9,6	4,4	6,9	21,8	5,4
Galactosa	8,0	8,4	11,7	15,1	6,6
Glucosa	73,9	63,5	124,5	167,1	144,7
Ácidos Urónicos	72,0	59,0	96,0	89,0	73,0

Tabla 4 Efecto del tipo de dieta sobre la digestibilidad ileal y fecal de la materia seca (MS), proteina bruta (PB) y almidón

	Torta de Pimentón	Hoja de Olivo	Heno de Alfalfa	Cascarilla de Soja	Cascarilla de Girasol	esm	Significación
Digestibilidad ileal							
MS	0,42	0,40	0,36	0,52	0,41	0,03	0,057
PB	0,52	0,73	0,73	0,73	0,68	0,03	0,001
Almidón	0,98	0,98	0,99	0,99	0,98	0,01	0,249
Digestibilidad fecal							
MS	0,73	0,49	0,59	0,64	0,44	0,01	0,001
PB	0,71	0,60	0,72	0,71	0,76	0,01	0,001

Tabla 5 Efecto del tipo de dieta sobre la digestibilidad ileal de los Polisacáridos no amilaceos (PNA)

	Torta de Pimentón	Hoja de Olivo	Heno de Alfalfa	Cascarilla de Soja	Cascarilla de Girasol	esm	Significación
Ramnosa	-0,078	0,008	-0,024	0,269	0,239	0,128	0,212
Arabinosa	0,275	0,237	0,417	0,238	0,373	0,07	0,296
Xilosa	0,180	-0,030	-0,047	0,068	0,298	0,08	0,035
Manosa	0,362	0,339	0,144	0,411	0,461	0,07	0,055
Galactosa	0,197	0,115	0,183	0,343	0,081	0,06	0,111
Glucosa	0,235	0,113	-0,013	0,165	0,341	0,07	0,009
Ácidos Urónicos	0,479	0,281	0,436	0,337	0,467	0,07	0,274
Total PNA	0,337	0,169	0,174	0,234	0,356	0,06	0,162

