EFECTO DE LA FUENTE DE FIBRA SOBRE EL TIEMPO MEDIO DE RETENCION TOTAL Y EL TIEMPO DE FERMENTACION EN CONEJOS

J.García Alonso, J.Mateos, J.Piquer, R.Carabaño y C.de Blas

Departamento de Producción Animal. ETSI Agrónomos. UPM. 28040 Madrid.

Introducción

Las dietas de conejos se caracterizan por tener un contenido elevado en fibra (35-40% FND) que influye de manera importante sobre el tiempo medio de retención total (TMRt) de la digesta. Así, el TMRt depende del nivel de fibra (Fraga, 1984; Gidenne, 1994), de la fuente de fibra (Fraga et al., 1991) y del tamaño de partícula de ésta (Laplace y Lebas, 1977; Gidenne, 1993). El objetivo de este trabajo ha sido determinar en conejos el TMRt y el tiempo de fermentación (o TMR cecal) de 4 subproductos fibrosos (torta de pimentón (Pim), hoja de olivo (HO), cascarilla de soja (CS) y cascarilla de girasol (CG)).

Material y métodos

Dietas. Se formularon 4 dietas para que su contenido en fibra proviniese únicamente de la fuente de fibra estudiada. La torta de pimentón y la hoja de olivo se incluyeron en un 75% en la dieta, mientras que las cascarillas de soja y girasol se incluyeron en un 62%. Estas fuentes de fibra se complementaron con un 20 y un 33% de concentrado (harina de trigo y concentrado purificado de proteína de soja), respectivamente. En la Tabla 1 se muestra el nivel de fibra y el tamaño de partícula de las dietas.

Tabla 1. Nivel de fibra y tamaño de partícula de las dietas (% MS)

Item	Pim	HO	CS	CG
FND	25,5	28,5	34,8	47,2
>0,315 mm	5,1	28,3	32,9	45,7
>1,25 mm	0,0	7,0	2,3	2,8

Determinación del tránsito digestivo. Se utilizaron 25 conejas neozelandés blanco x californiano con un peso mínimo de 2,8 kg canuladas en el íleon terminal según describe Merino (1994). Tras un período de recuperación (mínimo 6 semanas) y de adaptación a las dietas experimentales suministradas *ad libitum* (2 semanas), se suministró la dosis de partículas marcadas con europio (2 g) en forma de gránulo entre las 16h00 y 16h30. Cinco horas después se les introdujo 150 mg de fibra marcada con yterbio en el íleon a través de la cánula. Las heces se empezaron a recoger 4h después de suministrar la dosis de europio y durante las primeras 10h se recogieron horariamente. Durante las siguientes 16h se recogieron cada 2h, posteriormente se hizo una recogida a las 4h, para seguir con 3 recogidas cada 6h, 4 recogidas cada 12h, finalizando con 3 recogidas cada 24h. Las heces se secaron a 80°C y se molieron con una criba de 1 mm. Los TMR de la fibra marcada tanto con europio como con yterbio se calcularon algebraicamente por la fórmula de Faichney (1975) (método de referencia): $TMR_r = \Sigma M_i T_i / \Sigma M_i$, donde: T_i: Tiempo medio transcurrido entre la hora de administración del marcador (T_0) y la recogida nº i y M_i: Cantidad de marcador excretada entre T_{i-1} y T_i. El tiempo de

tránsito (TT) es el tiempo transcurrido entre T_0 (hora de administración del marcador) y la primera recogida fecal que contiene marcador.

Además, se han calculado los TMR total y cecal mediante la modelización de la cinética de excreción del europio por el modelo multicompartamental de Dhanoa *et al.* (1985). La expresión matemática del modelo es: $y(t) = A * e^{-K1 * (t - TT)} * \exp[-B * e^{-K2 * (t - TT)}]$. Este modelo distingue dos compartimentos de mezcla, caracterizados por dos tasas de renovación (%/h): K_1 (ciego en el conejo y retículo-rumen en el rumiante) y K_2 (estómago en el conejo y ciego en el rumiante), y un compartimento tubular que introduce un retraso en la aparición del marcador (TTt_D, h) en el punto donde se recoge la muestra (en este caso las heces duras); y(t) es la concentración del marcador en las heces en función del tiempo, A es un parámetro de escala que depende de K_1 y K_2 y B es el número de compartimentos de mezcla considerados (en este caso 2, estómago y ciego). El $TMRt_D$ se calcula como: $1/K_1 + 1/K_2 + TT$, donde $1/K_1$ representa el tiempo medio de retención en el ciego ($TMRci_D$, h) y $1/K_2$ representa el tiempo medio de retención en el estómago. Por último, se ha modelizado la fase decreciente de la cinética de excreción del europio mediante un modelo exponencial simple: $y(t) = A * e^{-K * t}$, donde y(t) es la concentración de europio en las heces en función del tiempo, A es una constante que depende del nivel de marcador suministrado y K es la tasa de renovación del ciego. El tiempo medio de retención en el ciego ($TMRci_{exp}$) se calcula como 1/K.

Técnicas analíticas. La FND se determinó según Van Soest *et al.* (1991). El tamaño de partícula se determinó por duplicado mediante tamizado en húmedo (García et al., 1996). El residuo del tamizado de cada uno de los piensos fue bien homogeneizado y se utilizó como sustrato para la fijación del yterbio y del europio. El marcaje se realizó según describe Rodríguez (1994). El yterbio se determinó por absorción atómica y el europio por emisión.

Análisis estadístico. Para determinar el efecto de la dieta sobre las variables estudiadas se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (1985).

Resultados y discusión

La fuente de fibra afecta significativamente a todas las variables medidas excepto al tiempo de tránsito total (TT_t, 6,2 h de media) e íleo-rectal (TT_{ir}, 3,8 h de media) (Tabla 2), lo que parece indicar que tanto las variaciones observadas en el TMR total como íleo-rectal se corresponden con las variaciones en el tiempo de retención en el ciego. La diferencia entre el $TMRir_r$ y el $TTir_r$ representa la estimación más aproximada del tiempo medio de retención en el ciego o tiempo de fermentación. La torta de pimentón presenta el mayor tiempo de retención cecal (43,2 h), siendo la cascarilla de girasol la que menos tiempo se retiene en el ciego (8,1 h). La variable mejor correlacionada con el tiempo de fermentación es la proporción de partículas mayores de 0,315 mm ($r = -0,89$; $P < 0,001$).

Las diferencias entre los distintas formas de calcular los TMR se presentan en la Tabla 3. Hay que señalar la imposibilidad de encontrar un ajuste correcto del modelo de Dhanoa y del modelo exponencial simple para el 44 y el 13% de los animales, respectivamente. Los valores del TTt y del TMRt no son diferentes a los obtenidos por el método de referencia y los TMR cecales calculados tanto por Dhanoa como por modelización exponencial simple no difieren entre si significativamente. Sin embargo, sí se observan algunas diferencias entre el TMR cecal de referencia y tanto el calculado por Dhanoa

(cascarilla de girasol) como el calculado mediante modelo exponencial simple (cascarilla de soja).

Referencias

AOAC 1984. Official methods of analysis (14 th Ed). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

Dhanoa M.S., Siddons R.C., France J. y Gale L. 1985. *Br.J.Nutr.*, 53:663-671.

Fraga M.J., Barreno, C., Carabaño, R., Méndez, J. y de Blas, C. 1984. *An. INIA Ser. Ganadera.* nº 21(6):91-110.

Fraga, M.J., Pérez de Ayala, P., Carabaño, R. y de Blas, C. 1991. *J. Anim. Sci.* 69:1566

Faichney G.J. 1975. En: Digestion and metabolism in the ruminant. Univ. New England, Armidale, Australia. 227-241.

García J., Carabaño R., Pérez-Alba L. y de Blas, C. 1996. Proc. 6th World Rabbit Congress. Toulouse. Vol. 1:175-179.

Gidenne T. 1993. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 42:151-163.

Gidenne T.1994. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 34:295-307.

Laplace J.P. y Lebas F. 1977. *Ann. Zootech.*, 26(3):413-420.

Merino J. 1994. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Rodríguez, C. 1994. Tesis Master of Science. Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.

Statistical Analysis Systems Institute. 1985. SAS user's guide:Statistics. SAS Institute. Cary, NC.

Van Soest J.P., Robertson J.B. y Lewis B.A. 1991. J.Dairy Sci., 74:3583-3597.

Tabla 2. Efecto de la fuente de fibra sobre el consumo, la digestibilidad de la MS y el tránsito digestivo total e ileo-rectal calculados algebraicamente (método de referencia).

Item	Pim	HO	CS	CG	EEM[1]	P[2]
n[3]	4	4	5	3	---	---
Consumo, g MS d^{-1}	80	127	121	135	6,1	0,002
CDMS	0,755	0,475	0,670	0,482	0,02	0,001
TTt_r[4], h	6,00	7,06	5,87	5,72	0,8	NS
$TMRt_r$[5], h	53,6	21,9	23,5	15,7	3,5	0,001
$TTir_r$[6], h	3,48	4,50	3,61	3,48	0,6	NS
$TMRir_r$[7], h	46,7	17,3	17,7	11,6	3,2	0,001
$(TMRir-TTir)_r$, h	43,2	12,8	14,1	8,1	3,0	0,001

[1] EEM: Error estándar de las medias. [2] P: Probabilidad de que existan diferencias significativas entre medias de distintos tratamientos. [3] n: Número de animales por dieta. [4] TTt_r: Tiempo de tránsito total. [5] $TMRt_r$: Tiempo medio de retención total. [6] $TTir_r$: Tiempo de tránsito ileo-rectal. [7] $TMRir_r$: Tiempo medio de retención ileo-rectal.

Tabla 3. Diferencias (h) entre los tiempos medios de retención calculados mediante integración algebraica y mediante modelización (Dhanoa (D) o exponencial simple (exp)).

Item	Pim	HO	CS	CG
n[1]	0	4	2	3
TTt_r-TTt_D	---	-1,24 (0,12)[2]	-0,01 (NS)	0,03 (NS)
$TMRt_r$-$TMRt_D$	---	-2,28 (0,11)	0,36 (NS)	-0,32 (NS)
$(TMRir-TTir)_r$-$TMRci_D$	---	-0,19 (NS)	-2,70 (0,16)	-0,73 (0,01)
n	4	4	3	3
$(TMRir-TTir)_r$-$TMRci_{exp}$	-30,3 (0,08)	-1,71 (NS)	-2,44 (0,03)	-1,24 (0,15)
$TMRci_D$-$TMRci_{exp}$	---	-1,52 (NS)	0,67 (NS)	-0,51 (NS)

[1] n: Número de animales por dieta. [2] Probabilidad de que la diferencia sea significativamente diferente de cero.