PROTECCIÓN FRENTE A LA DEGRADACIÓN RUMINAL DE LA HARINA DE GIRASOL MEDIANTE EL TRATAMIENTO CON ÁCIDOS Y CALOR*

Arroyo J. Mª. , González J., Alvir M. R., Rodríguez C. A., Ouarti M.
Dpto. Producción Animal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
Universidad Politécnica de Madrid. 28040 Madrid. España.

INTRODUCCIÓN

La harina de girasol es el concentrado de proteína de mayor producción en España, siendo su empleo más conveniente en rumiantes por su elevado contenido en fibra. Sin embargo, el aprovechamiento de su proteína en estas especies está condicionado negativamente por su elevada degradabilidad ruminal, al generarse cantidades importantes de NH_3 que se asocian con mayores pérdidas nitrogenadas por su fuga del rumen. Consecuentemente, la protección de sus proteínas frente a la degradación ruminal presenta un alto interés para aumentar su eficacia proteica de empleo y, por consiguiente, sus posibilidades de utilización. El objetivo del presente estudio fue estudiar el efecto del tratamiento de la harina de girasol con ácidos y calor sobre la degradabilidad ruminal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó una harina de girasol 32. Para su protección se pulverizó bajo agitación continua con soluciones (400 ml/kg) de ácido málico (HGM) y de ácido ortofosfórico (HGF) a dosis de 0,8 eq/kg. El material resultante se dejo reposar durante 1 hora y se desecó a 150 ºC durante 6 horas.

El ensayo de degradabilidad ruminal se realizó mediante un diseño en cuadrado latino 3x3, utilizando tres corderos adultos fistulizados en rumen y duodeno y tres raciones que contenían la harina de girasol sin tratar (testigo: HGT), o tratada (HGM y HGF). Las raciones contenían heno de ray-grass italiano picado (40%) y concentrado (60%) siendo distribuidas, a razón de 75 g MS/kg^{0,75}, en 6 comidas diarias mediante distribuidores automáticos. Los piensos fueron isoproteicos, siendo su composición media: 78,75% de trigo blando, 20,25% de harina de girasol y 1% de minerales y vitaminas. Las incubaciones ruminales se realizaron utilizando bolsas de nylon (7x11 cm de dimensiones internas y 46 µm de poro) conteniendo 3 g de muestra fresca (molida a 2 mm). Se realizaron dos incubaciones por cada alimento durante tiempos de 0, 2, 4, 8, 16, 24 y 48 h. Después de ser extraídas del rumen, las bolsas fueron someramente lavadas con agua corriente para eliminar los residuos de contenido ruminal, siendo congeladas inmediatamente a –20 ºC. Tras su descongelación, se lavaron en una mini-lavadora de turbina (3x5 min.), se desecaron a 80 ºC durante 48 h y se analizaron para MS y N (método Dumas).

La evolución en el tiempo (*t*) de la desaparición (*d*) de MS y PB se ajustó en cada alimento y animal, mediante regresión no lineal, según el modelo exponencial propuesto por Ørskov y McDonald (1979): $d = a + b * \left(1 - e^{-k_d * t}\right)$. En este modelo "***a***"

* Trabajo financiado por la CICYT. Proyecto nº AGL 2002-3662.

representa la fracción soluble, "*b*" la fracción insoluble potencialmente degradable y "k_d" la tasa fraccional de degradación de esta última fracción. La fracción indegradable se calculó como 1-(*a* + *b*). La degradabilidad efectiva (DE) se obtuvo integrando las cinéticas de desaparición y la tasa fraccional de tránsito de las partículas no digeridas a través del rumen (k_p) de acuerdo con la fórmula propuesta por Ørskov y McDonald (1979): $DE = a + (b * k_d/(k_d + k_p))$

El valor de la tasa fraccional de salida de partículas del rumen (k_p) se determinó en cada dieta mediante el suministro de una dosis de la harina de girasol marcada con Yterbio (Yb) y el muestreo de la digesta duodenal como indican González et al. (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido (% sobre MS) en materia orgánica (MO) y PB para las muestras HGT, HGM y HGF fue: 93,8; 93,7 y 91,6% y 36,3; 35,6 y 36,1%, respectivamente. Los parámetros de las cinéticas de degradación y la DE de la MS y PB se presentan en la tabla 1. En ambos casos, el efecto de los tratamientos mostró un comportamiento relativamente similar, aunque mucho más acusado para la PB. Así, se observó una reducción de la fracción soluble asociada a incrementos de las dos fracciones insolubles. Para la PB estas variaciones se apreciaron significativas (P < 0,01) mientras que para la MS sólo lo fueron para la fracción "*a*" (P < 0,01) y, a nivel de tendencia (P = 0,065), para la fracción indegradable. Para la PB, los tratamientos redujeron la fracción soluble "*a*" desde 28,0 a 10,1 y 7.1% para HGM y HGF, respectivamente, incrementándose la fracción "*r*" desde 5.76 hasta 10,5 y 16,5%. La tasa de degradación k_d disminuyó desde 23,0 a 3,36 y 3,16 $\%h^{-1}$. Estos cambios cabe atribuirlos a la desnaturalización de parte de la proteína por la acción tanto de los ácidos, como del calor y a la generación de reacciones de condensación proteína-carbohidratos por el calentamiento de alimentos húmedos, factores todos ellos que dificultan el acceso a la proteína de los microorganismos y ralentizan su degradación.

Tabla 1. Efectos del tratamiento de la harina de girasol con ácidos y calor sobre la degradabilidad efectiva (DE) ruminal

	Proteína Bruta (PB)					Materia Seca (MS)				
	HGT	HGM	HGF	ESM	P	HGT	HGM	HGF	ESM	P
a (%)	28,0^{c}	10,1^{d}	7,12^{e}	0,38	0,001	23,5^{c}	19,9^{d}	14,0^{e}	0,17	0,001
b (%)	66,2^{d}	79,5^{c}	76,4^{c}	0,61	0,007	46,0	47,0	49,0	0,91	0,263
r(%)	5,76^{e}	10,5^{d}	16,5^{c}	0,51	0,009	30,5	33,1	36,9	0,86	0,065
k_d ($\%h^{-1}$)	23,0^{c}	3,36^{d}	3,16^{d}	1,68	0,021	17,2^{c}	4,40^{d}	4,47^{d}	1,39	0,035
DE(%)	79,6^{c}	38,4^{d}	34,3^{d}	1,33	0,003	56,9^{c}	39,8^{d}	35,5^{e}	0,66	0,003

a, b y r = fracciones soluble, insoluble potencialmente degradable e insoluble indegradable, respectivamente. k_d = tasa fraccional de degradación.
c, d, e medias con distinto superíndice son diferentes a P<0,05.

Los tratamientos también redujeron (P < 0,05; ESM = 0,024) la tasa fraccional de evacuación (k_p) de partículas presentándose diferencias significativas entre todas las dietas: 6,23; 6,00 y 5,76 $\%h^{-1}$ en las dietas testigo y que incluían los ácidos málico y ortofosfórico, respectivamente.

Como consecuencia de todos los cambios mencionados, se redujo (P < 0,01) la DE de la MS y PB de las harinas tratadas. El valor de DE de la PB de la harina testigo concuerda con los habitualmente observados para esta categoría de alimentos (Vérité et al., 1987, González et al, 1999). El aumento de la proteína by-pass con el tratamiento de protección fue de 3 y 3,2 veces para HGM y HGF. Ello implicaría un cambio en el sitio de digestión y un incremento en la eficacia protídica de este alimento. Así, González et al (1999) indican un incremento de la digestibilidad intestinal de las harinas de girasol al disminuir su degradabilidad, al concentrarse con la degradación ruminal los componentes nitrogenados indigestibles en menor medida al aumentar la PB no degradada.

A efectos de considerar adecuadamente la mejora producida por los tratamientos sobre el aprovechamiento digestivo de la proteína hay que considerar también la reducción de la síntesis microbiana asociada con el menor nivel de fermentación de las harinas tratadas (reducciones de 30,0 y 37,7% para la DE de la MS en HGM y HGF, respectivamente). Utilizando las asunciones realizadas por Vérité et al (1987) en el desarrollo del sistema PDI para estimar la síntesis de proteína microbiana y asumiendo también un valor de DE de la MO similar al correspondiente a la MS y una digestibilidad intestinal próxima al 80% para la proteína no degradada (González et al, 1999), los valores aproximados (g/kg MS) para el contenido en proteína verdadera digestible total (microbiana y by-pass) serian: 112, 210 y 220 para HGT, HGM y HGF, respectivamente. La eficacia proteica correspondiente seria del 30,8; 59,1 y 60,9% respectivamente. El interés nutricional de estos alimentos es pues evidente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GONZÁLEZ, J; RODRÍGUEZ, C.A; ANDRÉS, S.G; ALVIR, M.R. 1998. Rumen degradability and microbial contamination of fish and meat meal measured by the in situ technique. Anim. Feed Sci, Tech. 73, 71-84.

GONZÁLEZ, J; SÁNCHEZ, L; ALVIR, M.R. 1999. Estimation of intestinal digestibility of undegraded sunflower meal protein from nylon bag measurements. A mathematical model. Reprod. Nutr. Dev. 39, 607-616.

ØRSKOV, E.R; McDONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. Camb., 92, 499-503.

VÉRITÉ, T; CHAPOUTOT, P; MICHALET-DOREAU, B; PEYRAUD, J.L; PONCET, C. 1987. Revisión du système des protéines digestibles dans l'intestin (PDI). Bull. Techn. CRZV, Theix, Inra. 70, 19-34.