DETERMINACIÓN *IN SITU* DEL VALOR NITROGENADO DE LA SEMILLA DE ALGODÓN*

J. González, J. Faria-Marmol, María R. Alvir y C.A. Rodríguez
Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Univ. Politécnica de Madrid. 28040 Madrid.

INTRODUCCIÓN

La semilla de algodón es un alimento de uso exclusivo en rumiantes, al disminuir sensiblemente la toxicidad de sus factores antinutritivos (gosipol y ácidos grasos ciclopropenoicos) con la digestión ruminal. Pese a su elevado contenido en proteína, es un producto voluminoso, al contener la cascarilla y restos de borra. Consecuentemente, su empleo más eficaz es en los sistemas unifeed, especialmente en animales lecheros, debido a su apreciable contenido en grasa by-pass y a ser una fuente de fibra efectiva que estimula la rumiación y la dinámica ruminal. Los valores aparentes de la degradabilidad efectiva (DE) de su proteína bruta (PB) son aceptablemente conocidos. En cambio, existen pocos datos precisos sobre su digestibilidad intestinal. Rodríguez *et al.* (1999) identificaron al contenido en celulosa del alimento como el factor principal determinante de la subestimación de la DE de la PB determinada *in situ*, al ser éste el principal sustrato objeto de colonización microbiana permanente. Considerando la alta concentración de celulosa en este alimento, el objetivo de este trabajo fue cuantificar esta subvaloración, así como estimar la digestibilidad intestinal de la proteína by-pass.

MATERIAL Y MÉTODOS

En estos estudios se han utilizado 3 corderos adultos, fistulizados en rumen y duodeno, alimentados con una ración constituida por cantidades iguales (en MS) de silo de maíz, silo de ray-grass y concentrado, distribuida, a 40 g MS/kg $P^{0,75}$, en 6 comidas/día, utilizando distribuidores automáticos. Las incubaciones ruminales se realizaron utilizando bolsas de nylon (7 x 11 cm de dimensiones internas y 46 μm de poro) conteniendo 3 g de muestra, molida a 2 mm. De forma previa y durante estos estudios se infundió de forma continua en el rumen una sal de ^{15}N, aislándose, al final del período experimental, una muestra de bacterias adherentes para realizar la corrección de los resultados en base a su contaminación microbiana. Se realizaron 2 incubaciones, con muestras duplicadas, a tiempos de 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 y 72 h. Tras ser extraídas del rumen, las bolsas fueron someramente lavadas con agua corriente y almacenadas a –20 °C. Tras su descongelación, se lavaron en una minilavadora de turbina (3 x 5 min.). Este proceso de lavado se utilizó también para establecer el valor a 0 h. Una de las réplicas se desecó a 80 °C durante 48 h, siendo analizada para MS, N y ^{15}N, liofilizándose la segunda réplica. La evolución de la desaparición de MS y PB (aparente y corregida) se ajustó en cada animal a un modelo exponencial (Ørskov y McDonald, 1979), determinándose la degradabilidad efectiva (DE) en base a la tasa de salida de partículas del rumen (4,93%/h) determinada, como indican González *et al.* (1998), para el concentrado marcado por inmersión con Yb (10 mg Yb/g de alimento). Los residuos liofilizados se mezclaron uniformemente para cada tiempo de incubación ruminal. Para determinar la digestibilidad intestinal efectiva (DIE), a partir de éstas se compuso una nueva

* Trabajo financiado por la CICYT. Proyecto nº AGF 98-0842.

muestra representativa del flujo ruminal, mediante ponderación en base a la cinética de degradación de la MS y la tasa de salida de partículas del rumen. Esta muestra se analizó para MS y N, preparándose 6 submuestras (200 mg) en microbolsas de nylon (mismo material; ∅ = 2,2 cm), que se introdujeron por la cánula duodenal (2 por animal) y se recuperaron en las heces, procesándose de forma idéntica a la indicada para las bolsas incubadas en el rumen.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química (g/kg de MS) de la muestra estudiada fue: materia orgánica (MO) = 954; extracto etéreo = 221; PB = 214; fibra neutro detergente (FND) = 465; fibra ácido detergente (FAD) =339 y lignina ácido detergente = 87,2. Las proporciones de N asociado a FND y FAD fueron respectivamente 8,33 y 6,55% del N total.

La comparación (test *t* de muestras paredas) de los valores medios, aparentes y corregidos, de degradación en el rumen se expone en la tabla 1. La corrección de la contaminación microbiana de los residuos de incubación produjo una reducción significativa de la fracción indegradable de MS y PB. Esta reducción fue, sin embargo, limitada, de forma que el aumento de DE debido a esta corrección sólo se apreció a nivel de tendencia (P = 0,09 y P = 0,052 para MS y PB, respectivamente). Los limitados efectos de la contaminación microbiana sobre los valores de degradación de este alimento, a pesar de su alto contenido en fibra y especialmente en celulosa, deben atribuirse a que las fibras de celulosa pura que constituyen la borra son totalmente degradadas (lo que se apreció mediante la observación visual de los residuos), no contribuyendo pues a la fracción indegradable. Así, ésta estaría constituida básicamente por la cascarilla, altamente lignificada (Sauvant *et al.*, 2002), siendo pues muy bajo su nivel de colonización microbiana, como muestran los bajos valores observados para esta colonización tras 72 h de incubación (4,9 mg de MS microbiana/100 mg de MS de residuo, como media). Dado el escaso contenido en PB indegradable de este alimento, la contaminación nitrogenada asociada fue muy superior (31,2 mg N microbiano/100 mg N total).

Tabla 1. Valores aparentes y corregidos por la contaminación microbiana de la cinética de degradación en el rumen y degradabilidad efectiva (DE) de la semilla de algodón.

	Materia seca			Proteína bruta		
Item	aparente	corregido	e.s.d.	aparente	corregido	e.s.d.
a (%)	24,7	24,2	0,96	46,0	45,3	1,43
b (%)	46,2	48,3	1,03	46,9	51,0	1,54
i (%)	29,1	27,5	0,27*	7,1	3,7	0,26**
k_d (%/h)	6,0	6,3	0,07†	8,3	8,7	0,18
DE (%)	50,0	51,2	0,38†	75,5	77,9	0,57†

a, *b* e *i* son las fracciones soluble, insoluble y potencialmente degradable e indegradable, respectivamete. k_d: tasa fraccional de degradación; e.s.d.: error estándar de la diferencia.
† P < 0,1; * P < 0,05; ** P < 0,01.

La digestibilidad intestinal de la fracción insoluble de la MS y PB disminuyó de forma exponencial con el tiempo de pre-incubación ruminal (datos no presentados). Así, entre 0 y 72 h de incubación ruminal, la digestibilidad intestinal disminuyó de 39,2 a 2,6% para la MS y de 85,1 a 9,9% para la PB. Esta reducción es consecuencia del progresivo enriquecimiento de los residuos en compuestos indigestibles al prolongarse las acciones microbianas ruminales. En el caso de la PB, este enriquecimiento se vio favorecido por la alta proporción de PB soluble y por la más rápida tasa de degradación. Dada la importante variación observada, la digestibilidad intestinal no puede estimarse de forma puntual para un tiempo fijo de incubación ruminal, siendo necesario estimar el valor efectivo correspondiente al flujo post-ruminal de digesta. Los valores obtenidos para DIE fueron 20,3 ± 0,47% para la MS y 65,8 ± 0,5% para la PB. Este último valor es inferior a los valores de 80 y 71% propuestos respectivamente para este alimento por el NRC (2001) y por Sauvant *et al.* (2002). Por el contrario, es idéntico a la estimación obtenida aplicando la ecuación propuesta por Webster *et al.* (1984), utilizada en el sistema de la proteína metabolizable inglés.

Nuestros resultados muestran un valor nitrogenado moderado para este alimento, como consecuencia de: i) su elevada proporción de PB soluble. ii) La degradabilidad de su PB, que se sitúa en el umbral de los valores considerados elevados. iii) La moderada degradabilidad de la MS, que, considerándola similar a la correspondiente a la MO, indicaría una moderada síntesis ruminal de proteína microbiana a partir de este alimento. iv) La moderada digestibilidad intestinal de su proteína by-pass. Así, la aplicación de tratamientos térmicos a esta semilla implicaría una mejora de su valor nitrogenado al trasladarse el sitio de digestión de la proteína hacia el intestino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

González J., Rodríguez C.A., Andrés S.G., Alvir M.R., 1998. Rumen degradability and microbial contamination of fish meal and meat meal measured by the in situ technique, Anim. Feed Sci. Technol. 73 71-84.

N.R.C., 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh Revised Edition. National Academy Press. 381 pp.

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.

Rodríguez C.A., González J., Alvir M.R., Cajarville C., 1999. Underestimation of in situ effective degradability of N due to microbial contamination, en: Lobley G.E., White A., MacRae C. (Eds.), Book of abstracts of the VIIIth International Symposium on Protein Metabolism and Nutrition, Aberdeen, United Kingdom, 67pp.

Sauvant D., Perez J.M., Tran G., 2002. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage, INRA-Association Française de Zootechnie, 301 pp.

Webster A.J.F., Kitcherside M.A., Keirby J.R., Hall P.A., 1984. Evaluation of protein feeds for dairy cows, Anim. Prod. 8:548.