

DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA PARED CELULAR DEL HENO DE ALFALFA*

Alvir, M.R., Palacios, M., Rodríguez, C. y González, J.

Dpto. de Producción Animal. E.T.S I. Agrónomos.

Universidad Politécnica de Madrid. 28040 Madrid. Correo electrónico: mariar.alvir@upm.es

INTRODUCCIÓN

El valor nutritivo de los forrajes depende entre otros muchos factores del número de corte, que puede hacer variar su composición química y utilización digestiva, en particular su fermentación en el rumen. En el caso de los henos, hay que considerar también los efectos de factores ambientales o asociados con prácticas de manejo durante la henificación. Pese a su importancia a nivel de la ingestión, el tránsito digestivo y el suministro de nutrientes al animal, los estudios sobre la degradación ruminal de la fibra de estos alimentos son todavía claramente insuficientes. Debido a que la metodología para la estimación *in situ* por integración matemática de la degradabilidad efectiva (DE; Ørskov y Mc Donald, 1979) es muy laboriosa, ya que precisa de numerosas incubaciones y análisis químicos en función del tiempo de permanencia de las muestras en el rumen, Gonzalez *et al.* (2003) propusieron un método alternativo para determinar la DE mezclando los residuos de incubación ruminal para generar una muestra representativa del flujo post-ruminal del alimento. En el presente trabajo se ha aplicado este método a la determinación de la DE de la pared celular en henos de alfalfa de los que ya se conocía la DE de la MS y proteína bruta (PB) por el método tradicional (Alvir *et al.*, 1998 a, b; 1999).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron 10 henos de alfalfa, correspondientes a los cinco primeros cortes de dos parcelas (parcelas 1 y 2) ubicadas en Aranjuez (Madrid). Estos cortes se realizaron de Mayo a Agosto en el estado fenológico de floración y el henificado se realizó en condiciones naturales. Aunque en ambos casos existió un sexto corte, la cantidad disponible de residuos de incubación no permitió la generación de la muestra compuesta. Las muestras fueron molidas con criba de 2mm para los estudios de degradación ruminal y de 1mm para los parámetros químicos indicados en la Tabla 1.

Se emplearon 3 corderos adultos fistulizados en rumen y alimentados con una ración de heno de alfalfa y pienso concentrado en proporción 2:1 en base a MS, distribuida, en dos comidas por día (9:00 y 17:00 h), a un nivel de 40 g MS/kg P^{0.75}. La estimación de las cinéticas de degradación se realizó "*in sacco*", utilizando bolsas de nylon (6,5 x 10,5 cm), con un tamaño de poro de 46 µm, conteniendo 3 g de muestra. Un total de 42 bolsas por alimento, repartidas en 2 series de incubación, fueron introducidas en el rumen de los corderos durante 3, 6, 9, 12, 24, 48 y 72 horas. Después de la incubación, las bolsas fueron lavadas en agua fría en una minilavadora de turbina (3 lavados de 5 minutos), secadas en estufa a 80°C durante 48 horas y pesadas, determinándose la MS residual. El mismo proceso de lavado se aplicó a 3 bolsas adicionales de cada muestra para obtener el valor de 0 horas. La evolución en el tiempo de la desaparición de MS de las bolsas se modelizó, individualmente para cada animal, mediante regresión no lineal, según el modelo exponencial propuesto por Ørskov y Mc Donald (1979). La degradabilidad efectiva (DE) de la MS (DEMS) se estimó a partir de estas cinéticas y de la tasa de salida de partículas del rumen (*k*), determinada para el heno de alfalfa integrante de la ración, marcado con Yb, (valor medio: 3,71%/h; Alvir *et al.*, 1998 a). Los valores de DE de la fibra neutro (DEFND) y ácido detergente (DEFAD) se establecieron generando una muestra representativa del flujo post-ruminal de MS no degradada. Para ello, los residuos se mezclaron en cada cordero en

* Trabajo financiado por la CICYT. Proyecto nº AGL 2005-01712

proporciones derivadas de la función que define el flujo postruminal acumulativo del alimento en el tiempo (González *et al.*, 2003), establecida en base a los valores de *k* y a las cinéticas de degradación de la MS. Las muestras así obtenidas fueron analizadas para FND y FAD. Los valores de DEFND y DEFAD se calcularon a partir de sus concentraciones en la muestra compuesta (X) y en el alimento (Y) y del valor de DEMS, obtenido por integración matemática: $DE = 1 - [X (1-DEMS)/Y]$ (González *et al.*, 2003). Los resultados de DE se analizaron mediante análisis de varianza según un diseño "split-plot", considerando el número de corte como efecto principal, la DE de las fracciones de fibra (FND, FAD) y su interacción con el número de corte como efectos secundarios y los corderos como boques. Así mismo, se estudió la correlación simple entre los valores de composición química, así como de estos con la DEMS, DEFND y DEFAD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química de los henos se indica en la Tabla 1. Se observa que son henos de buena calidad como indican sus contenidos (g/kg de MS) de PB (206,1, media de las dos parcelas) y FND (574,8 y 425,4 para las parcelas 1 y 2, respectivamente). Conviene señalar que el 3º corte de la parcela 1 presentó unos valores de FND y FAD marcadamente más elevados (606 y 464 g/Kg de MS, respectivamente) de lo habitual, lo que podría justificarse en base a un empacado con exceso de humedad debido a las precipitaciones indicadas en la Tabla 1. Estos elevados valores se asocian con altas concentraciones de N insoluble en solución ácido detergente (ADIN) y especialmente de N insoluble en solución neutro detergente (NDIN), de forma que una parte importante de las fracciones de FND y FAD de este heno corresponden en realidad a proteína insoluble. Otros henos afectados por lluvia de la parcela 2 también presentaron altos valores de FND y NDIN (Tabla 1).

Tabla 1. Número de corte y composición química (g/kg de MS) de los henos de alfalfa

Nº corte	Parcela 1					Parcela 2				
	1	2	3 *	4	5	1**	2	3***	4	5****
FND	484	438	606	422	440	445	393	427	387	475
FAD	359	339	464	385	418	357	319	368	372	370
LAD	88,6	70,6	101	82,5	93,8	76,6	58,8	72,0	68,8	66,7
PB	184	228	228	194	205	186	228	194	213	201
NDIN	7,77	6,09	19,0	3,88	4,79	6,87	2,83	3,97	4,67	7,08
ADIN	2,71	1,97	3,37	1,82	1,92	2,48	1,76	2,23	2,12	2,50

*Lluvias 3 litros

**Lluvias 8,1 litros

***Lluvias 9 litros

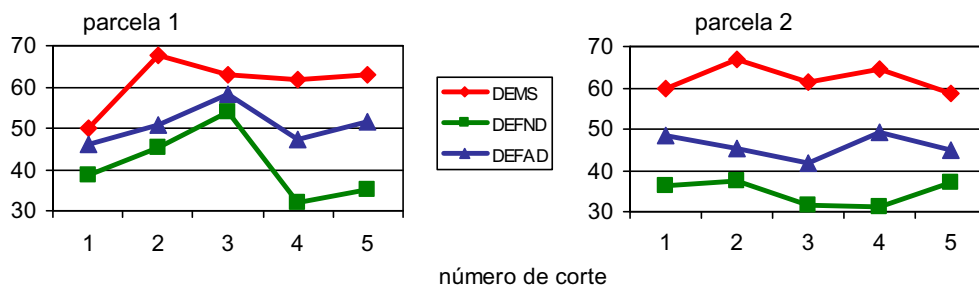
****Lluvias 13 litros

La evolución con el nº de corte de los valores de DEMS, DEFND y DEFAD se muestra en la Figura 1. Para las fracciones de fibra, estos valores variaron con el número de corte en la parcela 1 ($P < 0,001$), no apreciándose este efecto en la parcela 2. La DEFAD fue superior ($P < 0,001$, en ambas parcelas) a la DEFND en 10-11 puntos porcentuales de media. Ello indica un mayor aprovechamiento ruminal de la celulosa frente a las hemicelulosas, que puede atribuirse a la necesidad de romper las uniones entre los ácidos urónicos de la hemicelulosa y fenólicos de la lignina (Andrighetto *et al.*, 1993). Así, los trabajos de estos autores indican que, de todos los componentes de la pared celular de la alfalfa, es la celulosa la que presenta una mayor degradación. Por otra parte, los estudios de colonización microbiana realizados por Rodríguez y González (2006) han identificado a la celulosa como principal sustrato condicionante del desarrollo de colonias de microorganismos adherentes. En ambas parcelas se observaron interacciones ($P < 0,001$) entre ambos parámetros, como consecuencia del comportamiento diferencial de varios henos.

La DEMS no mostró correlación con los valores de DE de ambas fibras, que en cambio si estuvieron relacionados entre si ($r = 0,752$; $P = 0,012$). En línea con esta observación, se aprecia que mientras la DEMS se correlacionó con el contenido en PB ($r =$

0,836; $P = 0,003$) y ADIN ($r = 0,711$; $P = 0,021$), la DEFND y DEFAD presentaron la correlación más alta con el contenido en NDIN ($r = 0,849$; $P = 0,004$ y $r = 0,757$; $P = 0,011$; respectivamente), lo que no extraña considerando la elevada correlación de la concentración de NDIN con los contenidos en FND ($r = 0,961$; $P < 0,001$) y FAD ($r = 0,725$; $P = 0,018$).

Figura 1. Evolución con el número de corte de la degradabilidad efectiva de la materia seca (DEMS), fibra neutro detergente (DEFND) y fibra ácido detergente (DEFAD) del heno de alfalfa



En conjunto estos resultados indican que parte de la fibra de los henos puede corresponder a proteínas sometidas a procesos de condensación durante el henificado y la conservación del heno, que incrementan el valor de las proteínas integrantes de la pared celular (elastinas). Esta proteína puede así interferir en las estimas de la utilización ruminal de las paredes celulares, al degradarse previsiblemente a un nivel superior al de los polisacáridos estructurales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrighetto, I., Bailoni, L., Cozzi, G., Tolosa, H.F. 1992. Observations on in situ degradation of forage cell components in alfalfa and italian ryegrass. *J. Dairy Sci.* 76:2624-2631.
- Alvir, M.R., Paniagua, E., González, J. 1998 a. Efecto del número de corte sobre la degradabilidad ruminal de la materia seca del heno de alfalfa. XXXVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. S.E.E.P. 257-263.
- Alvir, M.R., Paniagua, E., González, J., 1998 b. Evolución anual de la degradabilidad ruminal de la materia seca del heno de alfalfa según el número de corte. *Producción ovina y caprina.* S.E.O.C. XXIII: 77-81.
- Alvir, M.R., Fariá-Mármol, J., Paniagua, E., Rodríguez, C. A., González J. 1999. Efecto del número de corte sobre la degradabilidad ruminal de la proteína bruta de los henos de alfalfa. *ITEA.* Vol. Extra, N° 20. Tomo II. 508-510.
- González, J., Fariá-Mármol, J., Matesanz, B., Rodríguez, C. A., Alvir, M. R. 2003. In situ intestinal digestibility of dry matter and crude protein of cereal grains and rapeseed in sheep. *Reprod. Nutr. Dev.* 43: 29-40.
- Ørskov, E. R., McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of pasaje. *J. Agric. Sci. Camb.*,92: 499-503.
- Rodríguez, C. A., González, J. 2006. In situ study of the relevance of bacterial adherence to feed particles on the contamination and accuracy of rumen degradability estimates of feeds of vegetable origin. *Br. J. Nutr.* 96:316-325.