

DEGRADACION RUMINAL DE HENOS DE PRADO PERMANENTE: EFECTO DEL GRADO DE MADUREZ

RUMEN DEGRADATION OF HAY FROM PERMANENT MEADOWS: EFFECT OF MATURITY STAGE

Giráldez García, F.J., J.S. González Alvarez, F.J. Ovejero Martínez y C. Valdés Solís.

Departamento de Producción Animal. Universidad de León. 24071 León. España.

Palabras clave adicionales

Forrajes. Época de corte. Ovino. Bolsas de nylon.

Additional keywords

Roughages. Cutting time. Sheep. Nylon bags.

RESUMEN

Se han utilizado 24 muestras de heno procedentes de 8 prados permanentes ubicados en las partes alta y media de 4 valles de la provincia de León obtenidas en tres momentos diferentes para estudiar el efecto del grado de madurez de la hierba en el momento de la siega sobre la cinética de degradación en el rumen de la MS, PB y FND, determinada mediante la técnica de las bolsas de nylon, utilizando 3 ovejas fistuladas en el rumen y 6, 12, 24 y 48 h como tiempos de incubación. El retraso en la época de corte supuso un descenso del contenido de PB y un aumento del de FND de los henos. La fracción soluble de la MS y el tiempo de retraso en el inicio de la degradación de la FND no se vieron afectados ($p > 0,005$) por el grado de madurez de los henos; sin embargo, la fracción soluble de la PB descendió ($p < 0,05$) al retrasarse el momento de la siega. La fracción potencialmente degradable de la MS, PB y FND descendió ($p < 0,05$) al incrementarse el grado de madurez de los henos. El ritmo de degradación de la MS y FND no se vió afectado ($p > 0,05$) por el grado de madurez, siendo el efecto de este factor sobre el ritmo de degradación de la PB inconsistente. Se discute el papel que estos cambios en la cinética de degradación en el rumen pueden tener sobre el

crecimiento de la población microbiana del rumen y su posible efecto sobre la ingestión voluntaria por el animal.

SUMMARY

The effect of maturity stage at harvest on hay DM, CP and NDF rumen degradation has been studied using 24 samples (from 8 permanent meadows - 4 valleys and 2 altitudes- and 3 cutting times) and the nylon bag technique with three rumen fistulated sheep and 6, 12, 24 and 48 h as incubation times. Hay from the latest cut had lower CP and higher NDF contents, respectively. The CP soluble fraction decreased ($p < 0.05$) as the hay maturity stage increased, but this did not affect either the DM soluble fraction or the NDF lag time ($p > 0.05$). The DM and NDF rate of degradation was unaffected ($p > 0.05$) by the maturity stage and the changes in CP rate of degradation were inconsistent. The role of these changes in the hay rumen degradation kinetic in relation with the rumen microbial population and the voluntary intake of hay by the animal is discussed.

INTRODUCCION

La henificación es uno de los procedimientos más utilizados para obviar la distinta evolución en el crecimiento de las plantas (estacional) y las necesidades de los animales (diarias) que utilizan las plantas como alimento (Jarrige, 1987).

En el crecimiento de las plantas se producen cambios en la composición química y estructura (Van Soest, 1982) que determinan que el desarrollo en el momento de la siega, unido a otros factores del propio proceso de conservación, condicione la calidad del producto conservado (Demarquilly, 1987).

La incubación de pequeñas cantidades de alimento introducidas en bolsas de fibra sintética en el rumen durante diferentes períodos permite describir la cinética de su degradación y la estimación de parámetros directamente relacionados con el valor nutritivo de los forrajes para los rumiantes (Orskov, 1986). En este sentido, ha sido puesto de manifiesto que las características de degradación en el rumen, determinadas mediante el procedimiento anteriormente mencionado, pueden ser utilizadas en la predicción de la ingestión voluntaria de henos por el ganado ovino (Carro *et al.*, 1991; Hovell *et al.*, 1986), siendo, por otra parte, bien conocida la relación entre degradación ruminal y digestibilidad (Hovell, 1986).

En el presente trabajo se pretende estudiar, utilizando el método antes citado, el efecto del grado de madurez en el momento de la siega sobre las características de la degradación en el rumen de la materia seca (MS), proteína bruta (PB) y fibra neutro detergente (FND) de henos de prado permanente.

MATERIAL Y METODOS

Se dispuso de ocho prados permanentes ubicados en la parte alta (A) (1169 + 20,9 m) y media (M) (986 + 18,8 m), respectivamente, de los valles de los ríos Torío (T), Curueño (C), Porma (P) y Esla (E) de la provincia de León.

En cada prado se obtuvieron tres muestras mediante siega con guadaña de dos cuadrados de 1 metro de lado, en tres épocas correspondientes al 7 (1) y 22 de Junio (2) y 7 de Julio (3).

El material obtenido fue desecado al sol, molido en molino de martillos con malla de 1 mm de paso y almacenado en bolsas de plástico hasta análisis laboratorial y pruebas de incubación ruminal.

Para determinar la cinética de degradación se utilizaron 3 ovejas de raza Churra con un peso medio de 55 kg y 4 años de edad, equipadas con una cánula ruminal de 35 mm de diámetro interior.

Las ovejas recibieron diariamente 1,5 kg de heno de alfalfa, administrados en dos fracciones iguales distribuidas a las 9.00 y 17.00 horas. Los animales dispusieron de un bloque corrector vitamínico-mineral y de agua a voluntad.

Los henos estudiados fueron introducidos en bolsas de nylon de 100 x 170 mm de tamaño. Las bolsas fueron elaboradas utilizando un tejido de nylon HS013 (Henry Simons Ltd. P.O. Box 31, Stockport, Cheshire) siendo el diámetro del poro de 36 μ m.

De cada uno de las muestras de heno se prepararon 12 bolsas conteniendo cada una de ellas, aproximadamente, 5 g de materia seca de los mismos. En cada una de las ovejas se introducían simultáneamente y antes de la primera comida 4 bolsas, siendo retirada una de cada

DEGRADACION RUMINAL DE HENOS

animal, a las 6, 12, 24 y 48 horas de haber sido introducidas.

Tras ser retiradas las bolsas fueron lavadas bajo un chorro de agua fría hasta que el agua que las atravesaba era clara. Después, se desecaron en estufa de aire forzado a 60°C durante 48 horas y se pesaron para calcular la materia seca restante, es decir, la no degradada durante la incubación.

Los residuos procedentes de las tres bolsas correspondientes al mismo tiempo de incubación y heno fueron mezclados para analizar en ellos MS, cenizas y PB según los procedimientos descritos por la AOAC (1975). El contenido de pared celular (FND) y sus componentes, fibra ácido detergente (FAD), celulosa (CEL) y lignina ácida (LIG) fueron determinados siguiendo el método propuesto por Goering y Van Soest (1970). La hemicelulosa fue calculada por diferencia entre la FND y la FAD.

Sobre el material no degradado después de cada uno de los tiempos de incubación se determinó su contenido en MS, cenizas, PB y FND, utilizando los procedimientos ya mencionados.

Para describir la cinética de desaparición de la MS y PB se utilizó la siguiente modificación del modelo logístico descrito por France y Thornlèy (1984):

$$Y = ax(a+b)/(a+bxe^{-cxt})$$

La cinética de desaparición de la FND se ajustó al modelo exponencial descrito por Mertens (1973):

$$Y = bx(1 - e^{-cxt(t-L)})$$

El ajuste se llevó a cabo mediante un proceso iterativo, en el que la estima-

ción de los parámetros de cada modelo se realizó por el método de mínimos cuadrados (Steel y Torrie; 1981). Los parámetros cinéticos, definidos en los modelos, representan biológicamente lo siguiente:

Y: porcentaje del componente que desaparece en el tiempo *t*.

a: fracción soluble del componente.

b: fracción potencialmente degradable del componente.

c: tasa fraccional de degradación de la fracción *b* en el modelo exponencial. En el modelo logístico éste parámetro define la pendiente de la curva en el punto de inflexión (pendiente = $c \times (a+b)/4$), por lo que también puede emplearse como una medida de referencia del ritmo de degradación.

t: tiempo de permanencia en el rumen del componente.

L: tiempo que tarda en iniciarse la degradación de la fracción *b*.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (Steel y Torrie, 1981) con diseños factoriales 4 x 2 x 3 (4 valles x 2 alturas x 3 cortes) para los datos de composición química y 4 x 2 x 3 x 3 (4 valles x 2 alturas x 3 cortes x 3 ovejas) para los parámetros cinéticos de degradación ruminal de la MS, PB y FND. La comparación entre medias se realizó mediante el test de Scheefe.

RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA. Los valores medios relativos al contenido de PB y pared celular y sus componentes de las muestras procedentes de las dos altitudes y de los cuatro valles considerados, así como los correspondientes a

Tabla I. - Composición química (g/kg MS) de henos procedentes de prados permanentes situados en las parte alta (A) y media (M) de los valles de los ríos Torío (T), Curueño (C), Porma (P) y Esla (E) y de los diferentes grados de madurez. (Chemical composition of hay from permanent meadows at different altitude, valley and maturity stage)

	PB	FND	FAD	CEL	LIG
Altura					
A	120	512	347a	255	42a
M	116	515	368b	254	54b
ES	1,12	3,75	2,11	1,30	0,56
Valle					
A	103a	530a	369a	262a	50a
C	125bc	476b	347b	239b	50a
P	127c	521a	347b	247c	46b
E	118b	527a	368a	268a	46b
ES	1,58	2,65	2,98	1,83	0,79
Grado de madurez					
1	137a	489a	344a	247a	43a
2	114b	514b	361b	255b	45a
3	103c	538c	367b	261c	55b
ES	1,37	3,25	2,58	1,58	0,68

a,b,c Dentro de cada columna y de cada clase los valores con distinto índice difieren significativamente ($p < 0,05$).

los tres momentos en los que se llevó a cabo el corte de la hierba figuran en la **tabla I**.

Como puede observarse en dicha tabla, a medida que se retrasa la época de corte, mayor es el contenido de pared celular y menor de PB. Paralelamente, el cambio en el estado vegetativo determina cambios en la proporción de

los diferentes elementos integrantes de la pared, de forma que tanto la relación hemicelulosa/celulosa como el contenido de lignina de la pared celular presentan valores mayores ($p < 0,05$) en el tercer corte que en los otros dos.

Las interacciones entre la fecha de corte y los otros dos factores considerados -localización geográfica (valle) y altitud- fueron en ambos casos estadísticamente significativas ($p < 0,05$) para todas las fracciones químicas con la excepción de la PB. A pesar de ello, aunque con distinta intensidad, la composición química evolucionó con el grado de madurez en el mismo sentido en todos los casos.

PARAMETROS DE DIGESTION RUMINAL. En la **tabla II**, figuran los valores medios de los parámetros de degradación ruminal de la MS, PB y FND correspondientes a los henos procedentes de las distintas alturas, valles y épocas de corte considerados.

La fracción soluble de la MS (a) osciló entre 21,7 y 25,1 %, no viéndose afectada por ninguno de los factores principales. Por el contrario, al retrasarse la época de corte se produjo una reducción estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en la fracción potencialmente degradable (b), siendo estas diferencias más marcadas en la degradabilidad potencial (a+b).

Las características de degradación ruminal de la proteína bruta no se vieron afectadas por la altura a la que se situaban los prados; por el contrario, existió un descenso en las fracciones soluble y potencialmente degradable entre el primer corte y los dos restantes, hechos que determinaron que las diferencias en la degradabilidad potencial

DEGRADACION RUMINAL DE HENOS

de la PB se acentuaran.

El tiempo de retraso (L) en el inicio en la degradación de la pared celular (**tabla II**) sólo fue modificado por la altitud de los prados ($p < 0,05$), mientras que la fracción potencialmente degradable de la FND descendió al retrasarse el momento de la siega, alcanzando las diferencias significación estadística ($p < 0,001$) únicamente entre el primer corte y los dos restantes.

La interacción entre la altitud y la fecha de corte sólo fue estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en el caso de la PB, afectando únicamente a los parámetros a y b. Por otra parte, el efecto del

grado de madurez en los parámetros que definen la cinética de degradación de la MS no fue independiente de la localización geográfica (valle). No obstante, paralelamente a lo descrito para la composición química, las interacciones antes mencionadas reflejan fundamentalmente variaciones en la intensidad del efecto del grado de madurez.

DISCUSION

Las diferencias observadas entre los distintas épocas de corte en el contenido de PB y FND coinciden con los datos

Tabla II. - Características de degradación en el rumen de la MS, Proteína bruta y FND de henos procedentes de prados permanentes situados en las partes alta (A) y media (M) de los valles de los ríos Torio (T), Curueño (C), Porma (P) y Esla (E) y de los diferentes grados de madurez. (Dry-matter, crude protein and FND rumen degradation characteristics of hay from permanent meadows ubicated at different altitude and valley and harvested at different maturity stages).

	Materia seca				proteína bruta				FND		
	a(%)	b(%)	c(h ⁻¹)	a+b(%)	a(%)	b(%)	c(h ⁻¹)	a+b(%)	L(h)	b(%)	C(h ⁻¹)
Altura											
A	23,1	53,6	0,138	76,7a	17,6	58,1	0,167	75,8	4,2a	68,9	0,079
M	24,3	50,4	0,127	74,8b	18,6	57,1	0,173	75,7	3,5b	70,2	0,070
Es	0,94	0,921	0,0062	0,46	1,14	1,00	0,0108	0,69	0,22	1,31	0,0035
Valle											
T	24,4	53,5	0,128	77,9b	15,1a	62,9a	0,164	78,0	3,4	71,8ab	0,074ab
C	23,4	51,8	0,116	75,3ab	20,2ab	54,2b	0,133	74,4	4,1	74,5b	0,058a
P	23,8	49,9	0,148	73,8a	23,6b	51,9b	0,181	75,5	3,6	65,0a	0,090b
E	23,1	52,8	0,139	75,9ab	13,6a	61,5a	0,202	75,1	4,1	68,8ab	0,078ab
Es	1,34	1,30	0,0088	0,65	1,61	1,41	0,0088	0,98	0,32	1,85	0,0050
Grado de madurez											
1	24,3	56,7a	0,131	81,0a	22,9	60,3a	0,142a	83,2a	3,5	76,9a	0,071
2	25,1	49,4b	0,134	74,5b	16,7	56,6b	0,214b	73,3b	3,9	67,2b	0,081
3	21,7	50,0b	0,133	71,7c	14,8	55,9b	0,155a	70,7b	4,1	65,9b	0,072
Es	1,16	1,13	0,0077	0,56	1,39	1,12	0,0133	0,85	0,27	1,61	0,0043

a,b,c, Dentro de cada columna y clase los valores con distinto índice difieren significativamente $p < 0,05$.

de diferentes autores (Greenwood y Barnes, 1978; Van Soest, 1982) y son una consecuencia de los cambios sufridos durante el crecimiento de la planta, fundamentalmente de la disminución de la relación hojas/tallos y de la diferente evolución del contenido de PB y FND de estas dos partes de la planta a lo largo del crecimiento (Norton, 1982).

El mayor contenido de lignina y la mayor relación hemicelulosa/celulosa en los henos del tercer corte coincide con los resultados obtenidos por Pérez (1986) y pueden ser responsables, como apuntan Mertens (1977) y Mertens y Ely (1982), de las diferencias detectadas entre cortes en la fracción potencialmente degradable de la FND.

La disminución experimentada por la degradabilidad potencial de los compuestos nitrogenados con el grado de madurez de la planta puede ser, en gran medida, atribuida a la reducción de los tejidos con una mayor actividad metabólica y más ricos en enzimas que son las proteínas más solubles (Mangan, 1982). Por otra parte, el aumento en el contenido en pared celular que acompaña a la madurez, limita el acceso de las proteasas microbianas al citoplasma, que es donde se encuentran la mayoría de las proteínas potencialmente degradables (Nocek y Grant, 1987).

La ausencia de variación en el ritmo de degradación, atribuible al estado vegetativo de la planta en el momento de la siega, podría ser debida al hecho de que la composición química apenas ejerce efecto sobre el mismo (Mertens, 1977; Varga y Hoover, 1983). Además, diferencias físico-químicas entre cortes que pudieran dar lugar a diferentes tamaños de partícula en el rumen y, en consecuencia, a diferentes ritmos de

degradación ruminal (Mertens and Ely, 1982; Nocek y Kohn, 1987), pueden haber sido, en nuestro caso, enmascaradas por el procesado a que han sido sometidas las muestras previa incubación.

La tendencia aparente a incrementarse el período de latencia en la degradación de la FND a medida que se retrasa la fecha de corte coincide con las observaciones de Varga (1987). No obstante, el procesado físico de las muestras antes aludido incrementa la superficie de exposición a la acción microbiana, pudiendo atenuar diferencias, entre plantas de distinto grado de madurez, en el grado de dificultad de penetración de los microorganismos a través de la epidermis de las células vegetales que, como indican Owens y Goetsch (1986), es un factor determinante del período de latencia. De hecho, Solaiman *et al.* (1982), trabajando con forrajes, han observado una relación directa entre tamaño de partícula incubado y tiempo de retraso.

La reducción en la degradabilidad ruminal de los compuestos nitrogenados con el grado de madurez puede resultar en una relación proteína bruta degradable en el rumen (PBDR)/energía metabolizable (EM) que no permita el máximo crecimiento microbiano. De hecho, si se asume el ritmo de paso de 0,028, obtenido por Carro *et al.* (1989) para henos de características similares a éstos, y se relaciona la PBDR correspondiente a ese ritmo de paso con la EM estimada a partir de la materia orgánica degradable en el rumen, se obtienen valores de 10,2; 8,2 y 7,2 g de PBDR/MJ de EM para el primer, segundo y tercer corte, respectivamente. Mientras que el valor de esta relación correspondiente

DEGRADACION RUMINAL DE HENOS

al primer corte está claramente por encima de las recomendaciones publicadas en la literatura (ARC, 1984), el del segundo se encuentra próximo al límite y el del tercer corte por debajo.

Estos resultados indicarían que la fermentación ruminal de los henos procedentes del tercer corte no es la más adecuada para permitir el máximo creci-

miento microbiano y, consecuentemente, su máxima ingestión por parte de los animales. Este efecto, unido al que el grado de madurez tiene sobre la composición química, indica que, si se pretende obtener henos de un valor nutritivo elevado, la época de corte de la hierba no debe ser retrasada.

BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. 1975.** Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemist. (12th Ed.) Washington. DC.
- A.R.C. 1984.** The Nutrient Requirement of Ruminant Livestock. (suppl.N° 1). C.A.B. Farnham Royal. England.
- Carro, M.D., S. López, J.S. González y F.J. Ovejero. 1989.** Efecto de la composición botánica de los henos y del nivel de ingestión sobre su digestibilidad y ritmo de paso a través del tracto digestivo. *An. Fac. Vet. León*. 35:55-62.
- Carro, M.D., S. López, J.S. González and F.J. Ovejero. 1989.** The use of the rumen degradation characteristics of hay as predictors of its voluntary intake by sheep. *Anim. Prod.* 52: 133-139.
- Demarquilly, C. 1987.** La fenaison: évolution de la plante au champ entre la fauche et la récolte. Perte d'eau, métabolisme, modification de la composition morphologique et chimique. In: Les Fourrages Secs: Récolte, Traitement, Utilisation. pp: 23-46. Ed. C. Demarquilly. INRA. Paris.
- France, J. and J.H.M. Thonley. 1984.** Mathematical Models in Agriculture: A quantitative approach to problems in Agriculture and related sciences. Butterworths, London.
- Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970.** Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agriculture Research Service, USDA, Washington.
- Greenwood, D.J and A. Barnes. 1978.** A theoretical model for the decline in the protein content in plants during growth. *J. Agric. Sci., Camb.* 91: 461-466. .
- Hovell, F.D. de B. 1986.** Roughage digestion and intake by ruminants. In: Feedingstuffs Evaluation. Modern Aspects-problems-Future Trends. pp: 26-37. Ed. R.M. Livingstone. Feed Publication n° 1, Aberdeen.
- Hovell, F.D. de B., J.W.W. Ngambi, W.P. Barber and D.J. Kyle. 1986.** The voluntary intake of hay by sheep in relation to its degradability in the rumen as measured in nylon bags. *Anim. Prod.*, 42: 111 -118.
- Jarrige, R. 1987.** Place des fourrages secs dans l'alimentation des herbivores domestiques. In: C. Demarquilly (Ed.) Les Fourrages Secs: Récolte, Traitement, Utilisation. pp: 13-20. INRA. Paris.
- Mangan, J.L. 1982.** The characterisation of forage

- protein. In: Forage Protein in Ruminant Animal Production. pp:25-40. Ed. D.J. Thompson, D.E. Beever y R.G. Gunn. B.S.A.P. Occ. Publ. N° 6. Edimburgh.
- Mertens, D.R. 1973.** Application of Theoretical Mathematical Models to Cell Wall Digestion and Forage Intake in Ruminants. Ph.D. Thesis. Cornell University.
- Mertens, D. R. 1977.** Dietary fiber components: relationships to the rate and extent of ruminal digestion. *Fed. Proc.*, 36: 187-192.
- Mertens, D.R. and L.O. Ely. 1982.** Relationships of rate and extent of digestion to forage utilization.- A dynamic model evaluation. *J. Anim. Sci.*, 54: 895- 905.
- Nocek, J.E. and A.L. Grant. 1987.** Characterisation of in situ nitrogen and fiber digestion and bacterial nitrogen contamination of hay crop forages preserved at different dry matter percentages. *J. Anim. Sci.*, 64: 552-564.
- Nocek, J.E. and R.A. Kohn. 1987.** Initial particle form and size on change in functional specific gravity of alfalfa and timothy hay. *J. Dairy Sci.*, 70: 1850-1863.
- Norton, B.W. 1982.** Differences between species in forage quality. In: Nutritional Limits to Animal Production from Pastures. pp: 89-107. Ed. J.B. Hacker. C.A. B. London.
- Orskov, E.R. 1986.** Evaluation of fibrous diets for ruminants. En: Feedingstuffs Evaluation. Modern Aspects-problems- Future Trends. pp: 38-42. Ed. R.M. Livingstone. Feed Publication n° 1, Aberdeen.
- Owens, F.N. y A.L. Goetch. 1986.** Digesta passage and microbial protein synthesis. In: L.P. Milligan, W.L. Grovum and A. Dobson (Ed.) Control of Digestion and Metabolism in Ruminants. pp: 196-223. Prentice Hall. New Jersey.
- Pérez, M. T. 1986.** Influencia de la época y frecuencia de corte en la composición química y botánica de henos de prado permanente de regadío. Institución Fray Bernardino de Sahagún. León.
- Solaiman, S.G., R.L. Marty, R.L. Belyea and M.F. Weiss. 1982.** Effect of diet composition and forage particle size on cell wall digestion rates of alfalfa and orchardgrass in situ. *J. Dairy Sci.*, 65 (suppl. 1): 1 44.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1981.** Principles and Procedures of statistics. Mc Graw Hill Book Company Inc. New York.
- Van Soest, P.J. 1982.** Nutritional Ecology of the Ruminant. 0 & B Books Inc. Oregon. U.S.A.
- Varga, G.A. 1987.** Factors which affect estimation of lag time in the rumen. In: Feed Intake by Beef Cattle. pp: 70-80. Symposium Proceedings. Ed. F.N. Owens. Oklahoma State Univ.
- Varga, G.A. and W.H. Hoover. 1983.** Rate and extent of neutral detergent fiber degradation of feedstuffs in situ. *J. Dairy Sci.*, 66: 2109-21

Recibido: 16-6-92. Aceptado: 15-11-92.