

EFFECTOS DE LA TASA DE CONMINUCIÓN DE PARTÍCULAS Y DE SU CONTAMINACIÓN MICROBIANA EN EL RUMEN SOBRE LA VALORACIÓN *IN SITU* DE UN HENO DE RAY-GRASS ITALIANO*

González, J., Arroyo, J. M^a., Alvir, M. R., Rodríguez, C. A., Ouarti, M
Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Univ. Politécnica. 28040 Madrid.
Email: javier.gonzalez@upm.es

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de racionamiento nitrogenado de rumiantes precisan de estimas efectivas a la vez rápidas y precisas de la degradabilidad ruminal (DE) y la digestibilidad intestinal (DIE) de la proteína de los alimentos. Los métodos *in situ* de degradación-transito mas comúnmente empleados no reúnen estas características, al no corregir la contaminación microbiana ocurrida en el rumen y no considerar los procesos de atrapamiento de partículas en éste. González *et al.* (2003, 2005) han propuesto un método basado en la generación, a partir de los residuos de incubación ruminal, de una muestra representativa del flujo post-ruminal de alimento, que permite estimar la DE y la DIE de forma mucho mas rápida y cómoda que los métodos usuales de integración matemática. Además, este método facilita la corrección microbiana, es aplicable simultáneamente a múltiples nutrientes y se adapta a modelos completos de transito de partículas. En este trabajo se ha utilizado un heno de ray-grass italiano (HRG) para mostrar los efectos simultáneos de la contaminación microbiana y del atrapamiento de partículas en el rumen sobre su valoración nutritiva *in situ*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron tres corderos adultos fistulizados en rumen y duodeno, alimentados con una dieta de HRG (40%) y concentrado (60%), distribuida a 75 g/kg P^{0,75}, en seis comidas / día.

La dinámica de partículas en el rumen – incluyendo sus tasas de conminución (k_c) y salida (k_p) - se estudió mediante el ajuste (Grovmum y Williams, 1973) de la evolución, durante 82 h, de la concentración de europio (Eu) en 22 muestras de digesta duodenal, tomadas tras una dosis simple de HRG marcado (10 mg de Eu/g de alimento).

La degradación ruminal se estudió en 2 incubaciones, a tiempos de 3, 6, 12, 24, 48 y 72 h, utilizando muestras duplicadas (3 g; molidas a 2 mm), contenidas en bolsas de nylon (dimensiones internas: 7 x 11 cm; 46 μ m de poro). De forma previa y durante estos estudios se infundió en el rumen una sal de ¹⁵N, aislándose, al final del período experimental, una muestra de bacterias adherentes para corregir la contaminación microbiana de los residuos. Las bolsas, tras extraerse del rumen, fueron someramente lavadas con agua corriente y almacenadas a -20 °C. Tras su descongelación, se lavaron en una mini-lavadora de turbina (3 x 5 min.). Este proceso de lavado también se utilizó para establecer el valor a 0 h. Una de las réplicas se liofilizo y la otra se desecó en estufa a 80 °C durante 48 h, analizándose para MS y N. La evolución de la desaparición aparente de MS y PB se ajustó en cada animal a un modelo exponencial (Ørskov y McDonald, 1979). Los valores de DE se determinaron por integración matemática en base a considerar bien, k_p , bien simultáneamente k_c y k_p (González *et al.*, 2006). A partir de estas tasas y de las cinéticas de degradación de la MS, se establecieron en cada cordero las funciones que definen el flujo post-ruminal acumulativo en el tiempo de alimento no degradado (González *et al.*, 2003), mezclándose en base a ellas las muestras liofilizadas para generar las muestras representativas de este flujo. Las muestras así obtenidas fueron analizadas para MS, N y ¹⁵N. Los valores de DE de la PB (aparentes y reales) y de la FND y FAD se calcularon a partir de sus concentraciones en la

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

muestra compuesta (X) y en el alimento (Y) y del valor de DE de la MS, obtenido por integración matemática: $DE = 1 - [X (1-DEMS)/Y]$ (González *et al.*, 2005).

Los valores de DIE de la PB se determinaron en estas muestras compuestas con la técnica de micro- bolsas móviles (mismo material; $\varnothing = 2,2$ cm), utilizándose 8 replicas (200 mg) por cordero y modelo de tránsito. Las bolsas se introdujeron por la cánula duodenal y se recuperaron en las heces, procesándose en la forma ya indicada. Los residuos de incubación se mezclaron para cada cordero previamente a su análisis de N y ^{15}N . La PB digerida en el intestino fue calculada como la cantidad desaparecida de la bolsa dividida por la cantidad presente inicialmente en ésta. Estos valores, al igual que los de DE, fueron corregidos a partir de la contaminación microbiana producida en el rumen.

Se aplicaron análisis de varianza con un diseño en bloques, al estudiar el efecto de k_c , o split-plot, al estudiar el efecto de k_c (factor principal: contrastado frente a la interacción k_c x animal) y de la contaminación microbiana, conjuntamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El HRG se cosecho al sol con buen tiempo, pero en un avanzado estado de madurez (pleno espigado), como muestran los contenidos (g/kg de MS) de PB (63,5), FND (584), FAD (351) y LAD (39,8). Sus valores de k_c y k_p (%/h) fueron $6,09 \pm 1,12$ y $8,92 \pm 2,46$ (media \pm desviación típica), respectivamente. Así, el considerar el atrapamiento de partículas en el rumen añade, como media, 11,2 h al tiempo medio de permanencia definido por la salida de partículas de éste compartimento (16,4 h). El tiempo de permanencia resultante (27,6 h) es mas realista que el obtenido considerando únicamente k_p , el cual, por otra parte, no difiere del determinado simultáneamente para una harina de girasol (16,1 h), que presento un tiempo medio de atrapamiento de solo 1,73 h (datos no publicados), concordante con la mayor densidad y menor tamaño de sus partículas. En consecuencia, los valores de DE obtenidos para cualquier fracción son ampliamente superiores al considerar k_c (Tabla 1), aunque este efecto no se aprecio para la PB utilizando la muestra compuesta, debido a la alta variabilidad registrada. Los valores aparentes obtenidos por integración matemática para la DE de la PB fueron, por otra parte, similares a los correspondientes a la generación de una muestra compuesta: 42,2 vs 41,3%, usando k_p , y 51,4 vs 50,3%, usando k_c y k_p (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto de la tasa de conminución (k_c) en adición a la tasa de salida de partículas del rumen (k_p) sobre las estimas de degradabilidad efectiva (%) y de contaminación microbiana del heno de ray-grass italiano.

Item	k_p	k_c-k_p	ESM	P
<u>Degradabilidad efectiva (%)</u>				
MS (IM)	50,2	58,5	0,57	0,009
PB ¹				
- IM	42,2	51,4	0,68	0,011
- MC	41,3	50,3	2,71	0,145
FND (MC)	29,3	40,8	0,73	0,008
FAD (MC)	27,0	38,9	0,73	0,007
<u>Contaminación microbiana de la fracción no degradada (%)</u>				
MS (MC)	6,92	10,8	0,62	0,048
PB (MC)	46,3	70,6	1,95	0,013

¹Comparación métodos: ESM = 0,67; P = 0,437 y ESM = 1,54; P = 0,676, usando k_p y k_c-k_p , respectivamente. IM: integración matemática; MC: muestra compuesta.

La contaminación microbiana de la fracción no degradada fue muy elevada en este heno (Tabla 1), en consonancia con su elevado contenido en fibra y mas especialmente en

celulosa (Rodríguez y González, 2006). Además, dado su carácter acumulativo en el tiempo y la progresión de la degradación, el valor de esta contaminación aumenta marcadamente al considerar k_c ($P < 0,001$), especialmente para la PB, en que llega a superar el 70 % de la estima de PB no degradada. El no corregir la contaminación implica sobrevaloraciones importantes (Tabla 2; $P < 0,001$), tanto de la fracción de PB no degradada, como de su digestibilidad intestinal y, en consecuencia, de la PB digerida en el intestino. La no consideración de k_c implica también una importante sobrevaloración de todos estos parámetros (Tabla 2). La sobrevaloración conjunta asociada a no considerar ambos factores representa 310, 108 y 861%, respectivamente. Andrieu *et al.* (1987) indican, para un heno de composición similar, una digestibilidad de la MO del 60%, casi idéntica al valor *in situ* real obtenido en este experimento (61%), pero muy superior al valor aparente obtenido en función de k_p (54%; datos no publicados). Los valores de DE de FND y FAD obtenidos en base a k_p son así mismo bajos para este tipo de heno. En consecuencia, los resultados evidencian la necesidad de controlar ambos factores para una adecuada valoración *in situ* de los forrajes, especialmente en términos proteicos, siendo el método utilizado muy apto para este fin.

Tabla 2. Efecto de la tasa de conminución (k_c) en adición a la tasa de salida de partículas del rumen (k_p) y de la contaminación microbiana sobre las estimas del aprovechamiento intestinal de la PB

Item	k_p		k_c-k_p		Modelo de tránsito		Contaminación microbiana	
	Ap.	corr.	ap.	corr.	ESM	P	ESM	P
PBND (% PB total)	58,7	31,6	49,7	14,3	1,33	0,026	1,53	<0,001
DIEPB ¹ (%)	63,6	49,4	59,8	30,6	0,45	0,003	0,93	<0,001
PBDI (% PB total)	37,3	15,6	29,7	4,33	0,82	0,015	0,49	<0,001

¹Interacción significativa: ESM = 1,31; $P = 0,005$. ap.: aparente; corr.: corregido; PBND: PB no degradada; DIEPB: digestibilidad intestinal efectiva de la PB; PBDI: PB digerida en el intestino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrieu, J., Demarquilly, C., Sauvant, D., 1989. Tables of feeds used in France. En: Jarrige R. (Ed), Ruminant Nutrition: Recommended Allowances and Feed Tables, INRA, pp 213-303.

González J., Ouarti M., Alvir M.R., Rodríguez C.A., 2005. Propuesta de un método *in situ* simplificado para la evaluación proteica de los alimentos en rumiantes. ITEA Vol. Extra 25, 581-583.

González, J., Ouarti, M., Rodríguez, C.A., M.R. Alvir. 2006. Effects of considering the rate of comminution of particles and microbial contamination on the accuracy of *in situ* studies of feed protein degradability in ruminants. Anim. Feed Sci. Technol. 125, 89-98.

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.

Grovum, W.L., Williams, V.J., 1973. Rate of passage of digesta in sheep. 4. Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of rate-constants derived from the changes in concentration of marker in faeces. Br. J. Nutr. 30, 313-329.

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., 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.