

EFFECTOS DEL MODELO DE TRANSITO Y DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIANA EN EL RUMEN SOBRE LAS ESTIMAS IN SITU DE UTILIZACIÓN DIGESTIVA DE DIFERENTES ALIMENTOS

J. González, R. Mouhbi, J. A. Guevara y J. M. Arroyo
Dpto. Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Univ. Politécnica de Madrid. 28040 Madrid.
Email: javier.gonzalez@upm.es

INTRODUCCION

Los métodos actuales de valoración proteica para rumiantes se basan usualmente en medidas in situ de la degradabilidad ruminal de los alimentos. Sin embargo, la precisión de estas estimas está condicionada por la fidelidad con que se reproduzca la fisiología digestiva ruminal. En este trabajo se examina en diferentes alimentos el efecto de calcular la fracción by pass (BP) de su materia seca (MS) considerando solo la tasa de salida (k_p) de partículas del rumen (BP_p), como es habitual, o, además, la tasa de conminución (k_c) de estas partículas (BP_{cp}). Para este último caso también se examina el efecto de corregir la contaminación microbiana ocurrida en el rumen sobre estos resultados, así como sobre los de digestibilidad intestinal efectiva (DIE).

MATERIAL Y METODOS

Los alimentos estudiados fueron granos de centeno (GC), maíz (GM) y trigo (GT) salvado de trigo (ST), granos secos de destilería de cebada (GSDC) y de trigo (GSDT), gluten feed (GF), harina de colza (HC), harina de palmiste (HP), pulpa de remolacha deshidratada (PRD), heno de avena (HA) y heno de ray-grass (HRG). En el estudio se usaron tres corderos adultos, fistulizados en rumen y duodeno, alimentados con una ración de HA picado y concentrado comercial granulado en proporción 2:1 en base a MS, distribuida, en seis comidas por día (cada 4 h), a un nivel de 40 g MS/kg $P^{0.75}$. Las tasas k_c y k_p se determinaron en cada cordero para el concentrado y el HA de la dieta marcados con Yb y Eu, respectivamente. Estas determinaciones se realizaron mediante el método de dosis simple y muestreo a nivel de duodeno, ajustándose la evolución de la concentración de marcador al modelo de Dhanoa *et al.* (1985). Los valores correspondientes al concentrado se aplicaron en todos los concentrados y subproductos y los obtenidos en el HA se utilizaron en éste y en el HRG. Para cada alimento se realizaron dos incubaciones en el rumen, utilizando bolsas de nylon (7x11 cm de dimensiones internas y 46 μ m de poro) conteniendo 3 g de muestra fresca (molida a 2 mm). Para los concentrados y subproductos las bolsas se extrajeron del rumen tras tiempos de 2, 4, 8, 16, 24 y 48 h, mientras que para los henos los tiempos fueron 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96 h. Durante estos estudios se infundió en el rumen una sal de ^{15}N , aislándose, al final del período experimental, una muestra de bacterias adherentes para corregir la contaminación microbiana de los residuos. Tras extraerse del rumen, las bolsas fueron someramente lavadas con agua corriente y congeladas a -20 °C. Tras su descongelación, se lavaron en una mini-lavadora de turbina (3x5 min). Este mismo proceso se aplicó para obtener el valor a 0 h. Finalmente, las bolsas se liofilizaron y se determinó el contenido en MS del residuo. La evolución en el tiempo de la desaparición de MS se ajustó para cada animal, mediante regresión no lineal, al modelo exponencial de Ørskov y McDonald (1979), estimándose los valores de BP mediante integración matemática de acuerdo con González *et al.* (2006). Para cada cordero se generó una muestra representativa del flujo post-ruminal de alimento no degradado, mezclando los residuos de incubación obtenidos en los distintos tiempos en proporciones predeterminadas según el método propuesto por González *et al.* (2005). Esta muestra se utilizó para determinar la DIE mediante la técnica de bolsas móviles (que se introducían a nivel del duodeno y se recuperaban de las heces) y para corregir la contaminación microbiana producida en el rumen en los valores de BP_{cp} y de su DIE.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las tasas de salida de partículas del rumen fueron similares para el concentrado y el heno: 4,47 vs. 4,25 %·h⁻¹ (ESM = 0,076; *P* = 0,178), detectándose en cambio diferencias para la tasa de conminución: 73,4 vs. 22,4 %·h⁻¹ (ESM = 1,42; *P* = 0,001). Estos valores concuerdan con la observación de Ellis *et al.* (1979) de que las diferencias entre forrajes y concentrados se producen básicamente en *k_c*, al estar compuesta la digesta que abandona el rumen de partículas finas de ambos orígenes concentradas en el retículo. El tiempo de residencia en el rumen asociado a *k_c* representa el 5,73 % y el 15,9 % del tiempo total de residencia para el concentrado y el heno, respectivamente, lo que evidencia su importancia en la estima de la utilización ruminal de ambos tipos de alimentos. Esta observación se confirma al considerar la sobrevaloración de los valores aparentes de BP_p frente a BP_{cp}, que varía del 2,79 % al 16,1 %. Los valores máximos no correspondieron a los henos, como podría pensarse por la mayor incidencia de *k_c* sobre el tiempo total de permanencia en el rumen, sino a los granos de trigo (15,8 %) y centeno, debido a su muy elevada tasa de degradación. Por otra parte, y en líneas generales, este error es inverso a la magnitud de la fracción by pass en los concentrados.

Tabla 1. Efectos de considerar la tasa fraccional de conminución de partículas y la contaminación microbiana en el rumen sobre las estimas de la materia seca by-pass y su digestibilidad intestinal efectiva (DIE) en diferentes alimentos.

	MS by-pass					DIE-MS		
	Ap _p	Ap _{cp}	ESM	Co _{cp}	ESM	Ap _{cp}	Co _{cp}	ESM
GC	10,1	8,70	0,04**	8,4	0,04*	21,4	19,1	0,32*
GM	22,2	20,0	0,05**	19,4	0,11 [†]	69,4	68,4	0,34
GT	9,77	8,44	0,19*	8,2	0,05 [†]	26,6	25,0	0,41
ST	31,4	29,9	0,03***	28,9	0,14*	13,4	11,0	0,50 [†]
GSDC	30,5	29,0	0,05**	28,2	0,06*	20,8	18,9	0,23*
GSDT	29,6	27,9	0,08**	27,0	0,03**	44,8	43,3	0,15*
GF	25,9	24,0	0,07**	23,0	0,02***	14,1	10,7	0,09**
HC	37,8	35,8	0,06**	34,4	0,15*	38,5	36,7	0,22*
HP	66,3	64,5	0,13*	63,2	0,12*	24,8	23,5	0,12*
PRD	42,4	39,8	0,06**	37,8	0,17*	48,6	46,3	0,18*
HA	44,7	41,3	0,06***	38,3	0,51 [†]	5,62	1,12	0,209**
HRG	47,4	42,9	0,12**	40,0	0,35*	8,46	2,79	1,040 [†]

GC, GM y GT: granos de centeno, maíz y trigo. ST: salvado de trigo. GSDC y GSDT: granos secos de destilería de cebada y de trigo. GF: gluten feed. HC: harina de colza. HP: harina de palmiste. PRD: pulpa de remolacha deshidratada. HA y HGR: henos de avena y de ray-grass. Ap: aparente. Co: corregido. [†] (*P*<0,1); * (*P*<0,05); ** (*P*<0,01); *** (*P*<0,001)

La consideración adicional de la contaminación microbiana producida durante la incubación ruminal aumenta marcadamente este error. Así, los valores aparentes de BP_p sobrevaloran los corregidos de BP_{cp} entre 4,9 y 20,2 %. Los valores máximos también correspondieron a los granos de trigo (19,1 %) y centeno, si bien, en este caso, los henos también presentaron altos valores: 16,7 % en HA y 18,5 % en HRG. Estos resultados concuerdan en general con las observaciones de Rodríguez y González (2006) que indican que la contaminación microbiana, y por tanto los errores que conlleva, están principalmente asociados negativamente con el contenido en lignina y positivamente con el contenido en fibra, especialmente en celulosa.

La contaminación microbiana ruminal afecta también los valores de DIE, al desaparecer las bacterias prácticamente de la bolsa con su digestión en el intestino. Así, los valores aparentes de DIE sobrevaloran los corregidos entre 1,5 y 31,8 % en los concentrados y subproductos y en valores tan elevados como 203 % y 402 % en HRG y HA, respectivamente (Tabla 1). Esta sobrevaloración incrementa las ya indicadas. Consecuentemente, resulta de interés la consideración de los efectos tanto de *k_c* como de la

contaminación microbiana ruminal para una valoración mas correcta de todo tipo de alimentos mediante métodos *in situ*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dhanoa, M.S., Siddons, R.C., France, J. Gale, L., 1985. A multicompartmental model to describe marker excretion patterns in ruminant faeces. *Brit. J. Nutr.* 53, 663-671.
- Ellis, W, Matis, J.H., Lascano, C., 1979. Quantitating ruminal turnover. *Fed. Proc.* 38, 2702-2706.
- 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.
- 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.

EFFECTS OF THE TRANSIT MODEL AND OF MICROBIAL CONTAMINATION IN THE RUMEN ON THE ACCURACY OF *IN SITU* DIGESTIVE AVAILABILITY IN DIFFERENT FEEDS

ABSTRACT: Not considering the rate of particle comminution in the rumen and the lack of correction of the microbial contamination during ruminal incubations led to consistent over-evaluations of the by pass fraction of feed DM. When both factors were combined this over-evaluation ranged from 4.9 to 20.2 % in 12 different feeds (concentrates, by-products and grass hays). The lack of correction of the microbial contamination in the rumen is also associated with over-evaluations of the *in situ* intestinal digestibility estimates, due to the digestion of microbes in the intestine, which enlarged the previous errors. This over-evaluation ranged from 1.5 to 31.8 % in concentrates and by-products and reached very high values in hays, which had a very low intestinal digestibility. Therefore, both factors should be considered for a better accuracy of *in situ* estimates.

Keywords: *In situ* feed availability; Rumen outflow rate; Particle comminution rate; Microbial contamination.