ESTUDIO *IN SITU* DE LA DISPONIBILIDAD DE AMINOÁCIDOS DEL GRANO DE CEBADA EN RUMIANTES*

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

INTRODUCCIÓN

El método *in situ* propuesto por González *et al*. (2003) para estimar de forma mas simple y rápida la digestibilidad intestinal efectiva (DIE) de los alimentos permite, así mismo, estimar simultáneamente su degradabilidad efectiva (DE) en el rumen (González *et al*., 2005). Este método (basado en la generación, a partir de los residuos de incubación ruminal, de una muestra representativa del flujo post-ruminal de alimento) reduce considerablemente los ensayos y análisis químicos necesarios para el estudio de múltiples nutrientes, como es el caso de los aminoácidos, que, además, precisan la corrección de la contaminación microbiana durante la incubación en el rumen. En este trabajo se ha aplicado este método para caracterizar la DE (y, consecuentemente, la fracción by-pass) y la DIE de los aminoácidos del grano de cebada y evidenciar la necesidad de la corrección de esta contaminación microbiana para la obtención de estas estimas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las características de los animales (tres corderos adultos fistulizados en rumen y duodeno) y de su dieta (mixta de heno de alfalfa y concentrado en proporciones 45:55), así como la técnica de corrección de la contaminación microbiana mediante marcaje de las bacterias ruminales con ^{15}N, las metodologías *in situ* empleadas y los cálculos utilizados para generar una muestra representativa del flujo post-ruminal de alimento no degradado han sido previamente descritos en detalle en un trabajo adjunto (González *et al*., 2005). Esta muestra fue analizada para MS, N, ^{15}N y aminoácidos - lo que permite determinar el valor de DE - e incubada en micro bolsas móviles a través del intestino (8 bolsas conteniendo 200 mg por cordero). Los residuos resultantes de la incubación intestinal se mezclaron en cada cordero previamente a su análisis para los parámetros anteriormente indicados para determinar el valor de DIE. Los aminoácidos se determinaron tras hidrólisis ácida, directa o precedida de oxidación perfórmica, utilizándose el primer valor para tirosina, el segundo para metionina y cistina y el valor medio en los restantes casos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la muestra en estudio (González *et al*., 2005) proporciona valores normales, salvo por su elevado contenido en PB (157 g/kg MS). El total de aminoácidos analizados (no incluye triptófano) representa el 85,7% de este contenido, considerando para este cálculo el peso de los residuos tras el enlace peptídico. En la muestra de bacterias adherentes aisladas de la fase particulada del rumen para la corrección de la contaminación microbiana estos mismos valores fueron respectivamente 544 g/kg MS y 88,5%. El perfil aminoacídico (tabla 1) de las bacterias fue similar al observado previamente (Martín et al., 1996; Rodríguez *et al*.,

* Trabajo financiado por la CICYT. Proyecto nº AGL 2002-3662.

2000). El perfil del grano de cebada se sitúa, así mismo, en el rango habitual, aunque con valores relativamente elevados de leucina y lisina.

La reducción de la fracción by-pass con la corrección de la contaminación microbiana ruminal no fue uniforme entre aminoácidos (tabla 1). Este efecto se observó sistemáticamente (P < 0,05), excepto para fenilalanina (P = 0,06). La magnitud de este error está condicionada, además de por el nivel de contaminación alcanzado por el alimento (lo que afecta de forma uniforme a todos los aminoácidos), por el signo y la importancia de la diferencia entre las proporciones de cada aminoácido en la muestra de referencia de bacterias adherentes y el alimento. Así, los errores máximos se aprecian para los aminoácidos con relación BAS/alimento más elevada como lisina, ácido aspártico y metionina, mientras los mínimos corresponden a prolina y ácido glutámico, que presentan los valores más bajos de esta relación. El rango de variación entre aminoácidos de los valores corregidos de la fracción by-pass fue limitado (de 18,3 a 23,3%); sin embargo, dada la alta DE de la proteína verdadera de este alimento (79,2%) esta variación representa casi el 25% de la proteína by-pass.

Tabla 1. Perfiles aminoacídicos de las bacterias adherentes del rumen y de la cebada. Efecto de la corrección microbiana sobre la fracción by-pass y digestibilidad intestinal efectiva (DIE) de los aminoácidos de ésta

Aminoácidos	Bacterias adherentes[1]	Cebada grano[1]	Fracción by-pass[2]			DIE (%)		
			ap.	corr.	SEM	ap.	corr.	SEM
Fenilalanina	4,08	5,11	24,5	22,1	0,41†	93,5	93,0	0,10†
Isoleucina	5,70	3,94	25,9	21,7	0,58*	89,4	87,7	0,25*
Leucina	7,21	7,60	25,2	22,4	0,38*	88,7	87,5	0,17*
Lisina	9,26	4,33	26,0	19,8	0,82*	85,8	81,9	0,54*
Metionina	3,13	1,90	23,1	18,3	0,62*	82,4	78,3	0,45*
Treonina	5,24	3,47	25,2	20,8	0,58*	83,4	80,2	0,43*
Valina	4,74	5,05	24,8	22,1	0,24*	83,6	81,8	0,13*
Alanina	5,61	4,37	25,9	22,2	0,47*	80,5	77,5	0,43*
Arginina	4,71	5,49	25,8	23,3	0,32*	84,8	83,3	0,16*
Á. aspártico	13,8	7,89	27,5	22,5	0,64*	83,8	80,6	0,42*
Cistina	2,00	2,13	21,9	19,2	0,35*	80,0	77,4	0,33*
Glicina	5,07	4,17	25,7	22,2	0,46*	77,2	73,9	0,48*
Á. glutámico	14,4	26,0	21,2	19,6	0,20*	90,9	90,3	0,09**
Histidina	2,00	2,35	23,7	21,1	0,35*	84,3	82,7	0,23*
Prolina	3,70	9,35	20,2	19,1	0,14*	87,5	86,9	0,12*
Serina	4,52	4,08	24,8	21,6	0,48*	86,2	84,3	0,30*
Tirosina	4,82	2,73	25,1	19,9	0,77*	91,6	89,9	0,16*

[1] % sobre aminoácidos totales analizados; [2] % sobre contenido inicial.
† P < 0,1; * P < 0,05; ** P < 0,01.

Los valores aparentes también sobreestiman (P < 0,05) la DIE de todos los aminoácidos (P = 0,06 para fenilalanina). La importancia de este error varía con los factores ya comentados y, dado que la digestión en el intestino elimina esta contaminación en un 98,8%, también aumenta al ampliarse la diferencia entre este valor y la digestibilidad del aminoácido considerado, es decir al reducirse el valor de DIE aparente. El rango de variación de los valores corregidos fue muy amplio de

73,9 (glicina) a 93% (fenilalanina). González *et al*. (1999, 2003) indican que un aumento de la degradabilidad ruminal de la proteína se asocia con una reducción de su digestibilidad intestinal, como consecuencia de la concentración de las proteínas más resistentes a la degradación en el flujo post-ruminal del alimento, siendo este concepto extensible a los aminoácidos. Además, una parte de estas proteínas más resistentes correspondería a las proteínas estructurales de la pared celular, básicamente proteínas ricas en glicina, extensinas y a un nivel inferior tioninas ricas en cistina. Todas estas proteínas, que presumiblemente tendrían un bajo aprovechamiento en el intestino, están compuestas por sólo algunos tipos de aminoácidos, lo que se reflejaría en su digestibilidad intestinal. Así, Erasmus *et al*. (1994), utilizando los residuos de degradación ruminal a 16 h de 12 alimentos, indicaron que en la mayoría de éstos se observan los menores valores de digestibilidad intestinal para prolina, glicina, alanina y cistina y los mayores para ácido glutámico, leucina, tirosina y fenilalanina de forma bastante similar a lo observado en este trabajo.

El carácter acumulativo de los errores producidos por la contaminación microbiana sobre las estimas de la fracción by-pass y su digestibilidad intestinal evidencia la necesidad imperativa de esta corrección en los estudios de valoración proteica. Así, la sobreestimación asociada al uso de valores aparentes para la concentración de lisina y metionina digestibles sería del 37,2 y 32,8%, respectivamente. Las diferencias en el aprovechamiento de los distintos aminoácidos a lo largo del proceso digestivo se reflejan, lógicamente, en el perfil aminoacídico de la proteína digestible en el intestino, el cual no puede asumirse como idéntico al del alimento original.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Erasmus L.J., Botha P.M., Cruywagen C.W., Amino acid profile and intestinal digestibility in dairy cows of rumen-undegradable protein from various feedstuffs. J. Dairy Sci. 77 (1994) 541-551.

González J., Sánchez L., Alvir M.R., Estimation of intestinal digestibility of undegraded sunflower meal protein from nylon bag measurements. A mathematical model. Reprod. Nutr. Dev. 39 (1999) 607-616.

González J., Faría-Mármol J., Matesanz B., Rodríguez C.A., Alvir M.R., In situ intestinal digestibility of dry matter and crude protein of cereal grains and rapeseed in sheep, Reprod. Nutr. Dev. 43 (2003) 29-40.

González J., Ouarti M., Alvir M.R., Rodríguez C.A., Propuesta de un método in situ simplificado para la evaluación proteica de los alimentos en rumiantes, XI Jornadas sobre Producción Animal, 2005.

Martín C., Bernard L., Michalet-Doreau B., Influence of sampling time and diet on amino acid composition of protozoal and bacterial fractions from bovine ruminal content, J. Anim. Sci. 74 (1996) 1157-1163.

Rodríguez C.A., González J., Alvir M.R., Repetto J.L., Centeno C., Lamrani F., Composition of bacteria harvested from the liquid and solid fractions of the rumen of sheep as influenced by feed intake, Br. J. Nutr. 84 (2000) 369-376.