CARACTERÍSTICAS DE LA FERMENTACIÓN DE DIETAS CON DISTINTAS PROPORCIONES DE HENO DE ALFALFA EN FERMENTADORES DE FLUJO CONTINUO INOCULADOS CON LÍQUIDO RUMINAL DE OVINO O CAPRINO

E. Molina Alcaide, A.I. Martín García, D. R. Yáñez Ruiz y J.F. Aguilera
Unidad de Nutrición Animal. Estación Experimental del Zaidín. Camino del Jueves s/n, 18100-Armilla, Granada.

INTRODUCCIÓN

La información disponible acerca de la eficiencia digestiva comparada de ovino y caprino es contradictoria (Blanchart y col. , 1980; Isac y col. ,1994; Molina Alcaide y col. , 1997; Molina Alcaide y col. , en prensa). El conocimiento de aspectos cualitativos y, sobre todo, cuantitativos de la actividad ruminal puede resultar esencial para dilucidar la capacidad digestiva de ambas especies y las causas de posibles diferencias. La determinación cuantitativa in vivo es complicada, especialmente en caprino, por lo que el uso de fermentadores de flujo continuo puede ser una opción práctica y económica que permita estudiar el patrón de fermentación ruminal (Merry y col., 1990). La información derivada de ensayos con fermentadores en los que se haya utilizado inoculo ruminal de especies y razas autóctonas es prácticamente inexistente. El objetivo del presente trabajo es estudiar las características de la fermentación ruminal de una serie de dietas de mediana-alta calidad y discernir sobre las causas de las posibles diferencias ovino-caprino utilizando fermentadores de flujo continuo inoculados con líquido ruminal procedente de una u otra especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo una serie de ensayos utilizando una batería de dos fermentadores de flujo continuo. La capacidad del frasco de fermentación es de 1 litro. Los fermentadores fueron inoculados con 800 ml de líquido ruminal procedente de dos cabras o dos carneros dotados de cánula ruminal permanente y alimentados a nivel de mantenimiento con las mismas dietas que se ensayan en los fermentadores. Las dietas experimentales estaban constituidas por heno de alfalfa (A), heno de alfalfa y pulpa de remolacha en la proporción 4:1 (B) o heno de alfalfa, pulpa de remolacha y avena grano en la proporción 3:1:1 (C). Cada una de las dietas se ensayó primero con dos fermentadores inoculados con líquido ruminal de ovino y posteriormente con los mismos fermentadores inoculados con líquido ruminal de caprino. Cada uno de los ensayos consistió en un período de 7 días de estabilización y otro de 3 días de muestreo. Los fermentadores se alimentaban dos veces al día (8:00 y 16:00 h) con cantidades iguales de la correspondiente dieta experimental, y se mantuvieron a 39ºC en baño de agua. Los fermentadores se infundían de manera continua (40ml/h) con saliva artificial (McDougall, 1948) y borboteo de CO_2 para mantener la anaerobiosis. Los efluentes de cada fermentador se recogieron en un matraz sobre un baño a 3ºC para detener la actividad microbiana. Cada día se registró el peso y el volumen de los efluentes. Se realizó una muestra conjunta con los efluentes correspondientes a los días de muestreo. Alícuotas de esas muestras se conservaron a –20ºC para el analísis de NH_3-N que se realizó siguiendo la metodología de Weatherburn (1967) y de ácidos grasos volátiles (AGV) mediante la técnica de Jouany (1982) y utilizando un cromatógrafo de gases (Perkin Elmer, Mod. Autosystem) dotado de un detector de ionización de llama. El resto de los efluentes se liofilizó y se utilizó para la determinación del contenido en materia seca (MS), materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt) y extracto etéreo (EE), según la metodología descrita en anteriores trabajos (Isac y col.,1994). Los carbohidratos totales se calcularon de acuerdo con los criterios del Sistema Escandinavo de Valoración Proteica para Rumiantes (Hvelplund y Madsen, 1990).

Los resultados se sometieron a un analisis de varianza de una vía para detectar diferencias debidas a la dieta o a la especie animal donadora del inóculo utilizado en los fermentadores aplicándose el procedimiento GLM del programa Statgraphics 2.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las dietas ensayadas tenían un contenido similar en MO, próximo a los 90 g/100 g de materia seca. El contenido en PB variaba entre 15,3 y 18,1 g/100 g de materia seca; el contenido en energía bruta alcanzó valores situados entre 16,5 y 18,4 MJ/kg MS y el de FAD entre 25,9 y 29,4.

Los valores medios de pH en los fermentadores, las cantidades suministradas diariamente de MO, carbohidratos totales (CHO) y nitrógeno total (Nt) y degradable en rumen (ND), así como de las concentraciones de nitrógeno amoniacal y AGV en los efluentes y de las producciones diarias y de la eficiencia de producción de los AGV se presentan en la Tabla 1.

Los valores de pH encontrados en los fermentadores eran muy similares independientemente de la dieta suministrada. Estos valores son del mismo orden que los encontrados en el contenido ruminal de cabras y carneros alimentados con las mismas dietas (Molina Alcaide y col., en prensa). Las concentraciones de NH3-N en los efluentes son, en general, bajas. A pesar de que algunos autores han sugerido unos valores mínimos de concentración de NH_3-N (Satter y Slyter, 1974) para un desarrollo adecuado de la microflora, estos valores suelen ser muy variables en función de factores diversos.

Las concentraciones de AGV obtenidas en el presente experimento reflejan una fermentación predominantemente acética. Los valores de la relación acético/propiónico son muy similares a los obtenidos en estudios in vivo con las mismas razas y calidad de dietas (Isac y col., 1994; García y col., 1994). La relación ND/CHO presenta valores concordantes con los establecidos por el ARC (1984) para las necesidades de la microbiota ruminal, lo que indica que las condiciones para la fermentación microbiana, en este sentido, han sido óptimas. Sin embargo la eficiencia de síntesis de AGV totales, medida como moles de AGV totales producidos por kg de carbohidratos totales digeridos (CHOD), es diferente para las tres dietas, siendo mayor para la dieta B en ambas especies. El isovalerato (IC5) es uno de los catabolitos del metabolismo protéico en el rumen y su concentración puede ser un indicador de la degradación aminoacídica (Bas y col., 1989). Los resultados encontrados en nuestros ensayos parecen corroborar esta observación ya que se ha obtenido una relación lineal significativa ($P<0.01$) entre la ingesta de nitrógeno degradable en rumen a las 24 horas y la concentración de IC5 en los efluentes:

ND, g/dia = 0,4649 + 0,2605 IC5, mmol/l efluente; RSD= 0.042; r= 0.9272; n=12
(±0,0579) (±0,0526)

Como ocurre en ensayos in vivo (Isac y col., 1994; Molina y col., en prensa) con dietas de calidad media-alta, no se han encontrado diferencias significativas entre ovino y caprino en cuanto a parámetros bioquímicos de fermentación ruminal, lo que indica una capacidad digestiva similar en ambas especies cuando el aporte de nutrientes es equilibrado. Los parámetros obtenidos en el presente trabajo presentan diferencias significativas a pesar de que la composición nutritiva de las dietas ensayadas no es muy distinta; es probable que la combinación de los ingredientes dé lugar a interacciones de nutrientes peculiares y responsables de las diferencias encontradas entre dietas.

La concordancia entre los resultados obtenidos in vivo y con fermentadores de flujo continuo encontrados en los trabajos de nuestro grupo y de otros autores (Merry y col., 1987 y 1990; Chester-Jones y col., 1990) subraya la bondad de esta técnica en estudios de metabolismo ruminal.

Tabla 1. Valores medios del pH del contenido de los fermentadores, cantidades suministradas a los fermentadores de distintos nutrientes, composición de efluentes, producción y eficiencia de producción de ácidos grasos volátiles en fermentadores de flujo continuo con inóculo ruminal de caprino o de ovino.

Especie donadora del inoculo	Caprino			Ovino			Nivel de significación	
Dieta	A	B	C	A	B	C	Especie	Dieta
PH	6,22	6,76	6,52	6,23	6,83	6,32	NS	NS
"Ingestas", g/día								
MO	27,9	26,6	32,3	32,0	29,5	39,6	NS	***
CHO	21,9	21,4	26,1	25,1	23,7	32,1	NS	***
Nt	0,93	0,81	0,89	1,07	0,90	1,08	NS	NS
ND	0,75	0,64	0,66	0,91	0,68	0,79	NS	***
ND/CHO	0,034	0,029	0,025	0,036	0,028	0,024	NS	***
NH_3-N, g/100 ml efluente	3,68	1,18	1,08	4,51	1,68	0,84	NS	***
AGV t, mmol/l efluente	80,5	104,9	103,9	72,5	96,2	87,0	NS	***
C_2	59,2	78,6	77,7	53,1	69,4	62,4	NS	***
C_3	12,2	14,7	13,9	10,9	13,7	11,7	NS	***
IC_4	0,813	0,629	0,727	0,725	1,49	0,609	NS	***
C_4	6,04	8,71	8,52	5,51	10,2	9,31	NS	***
IC_5	1,05	0,629	0,935	1,16	0,770	0,957	NS	***
C_5	1,29	1,68	1,87	1,09	1,54	1,91	NS	***
AGV totales, mmol/día	63,8	101	99,5	86,4	97,2	81,8	NS	***
AGVt, mol/kg CHOD	3,49	4,68	3,87	3,81	4,24	2,65	NS	***

CHO: Carbohidratos Totales (Ingesta de MO- (EE+PB)); CHOD: Carbohidratos Totales Digestibles; Nt: Nitrógeno total; ND: Nitrógeno degradable en rumen tras 24 h de incubación; ***: P<0,001; NS: P>0.05; Dieta A: heno de alfalfa; dieta B: heno de alfalfa/pulpa de remolacha 4:1; C: heno de alfalfa/pulpa de remolacha/avena grano 3:1:1.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agricultural Research Council (1984). The nutrients requeriments of ruminant livestock. *Commonweath Agricultural Bureaux, Slough.*

Bas, F.J., Stern, M.D., Merchen, N.R. (1989). *J. Dairy Sci.* 72:1217-1227.

Blanchart, G., Brun-Bellut, J., Vignon, B. (1980). *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 20: 1731-1737.

García, M.A., Isac, M.D., Aguilera, J.F., Molina-Alcaide, E. (1994). *Livest. Prod. Sci.* 39: 81-84.

Hvelplund, T., Madsen, J. (1990). The AAT-PBV System. *Institute of Animal Science, The Royal Veterinary and Agricultural University. Copenhagen.*

Isac, M.D., García, M.A., Aguilera, J.F., Molina-Acaide, E. (1994). *Arch. Anim. Nutr.* 46: 37-50.

Jouany, J.P. (1982). *Sci. Aliment.* 2:131-144.

McDougall, E.I. (1948). *Biochem* J. 43: 99-109.

Merry, R.J., Smith, R.H., McAllan, A.B. (1987). *Arch. Anim. Nutr.* 37: 475-488.

Merry, R.J., McAllan, A.B., Smith, R.H. (1990). *Anim. Feed Sci. Technol.* 31: 55-64.

Molina-Alcaide, E., García, M.A., Aguilera, J.F. (1997). *Livest. Prod. Sci.* 52: 39-47.

Molina-Alcaide, E., Martín-García I., Aguilera J.F. ( ). *Livest. Prod. Sci*

Satter, L.D., Slyter, L.L. (1974). *Br. J. Nutr.* 32:199-208.

Weatherburn, M.W. (1967). *Analyst. Chem.* 39: 971-974.