EFECTO DE LA DIETA SOBRE LA ACTIVIDAD FERMENTATIVA DEL FLUIDO RUMINAL EN FERMENTADORES DE FLUJO SEMICONTINUO[1]

M.L. Tejido, J.A. Gómez y M.D. Carro
[1] Dpto. de Producción Animal I, Universidad de León, 24071 León

INTRODUCCIÓN

Debido a los inconvenientes que plantea la utilización de animales fistulados en el tracto digestivo para la realización de estudios relacionados con la nutrición animal, en las últimas décadas se han desarrollado numerosos sistemas *in vitro* que permiten simular la fermentación ruminal. Uno de los sistemas más utilizado es el denominado Rusitec (Czerkawski and Breckenridge, 1977), el cual está formado por fermentadores de flujo semicontinuo. En un estudio previo (Tejido *et al.*, 2002) se observó que la fermentación ruminal producida en este sistema se vio afectada por la proporción de concentrado en la dieta (20 *vs.* 80%) administrada a los fermentadores; sin embargo, cuando se utilizó el fluido de los fermentadores como inóculo para determinar la digestibilidad *in vitro* de diferentes forrajes, no se observaron diferencias entre las dos dietas incubadas. En este trabajo nos planteamos analizar el efecto de dos dietas diferentes sobre la actividad fermentativa del fluido ruminal de los fermentadores.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo con cuatro fermentadores de flujo semicontinuo (Rusitec) y consistió en dos pruebas experimentales idénticas. En cada una de las pruebas, dos fermentadores recibieron la dieta F y otros dos la dieta C. La dieta F estaba compuesta por un heno de gramíneas y concentrado en proporción 60:40 y la dieta C por paja de cebada y concentrado en proporción 10:90. En ambos casos, el concentrado estaba formado por torta de soja, maíz, cebada y corrector vitamínico-mineral (25, 40, 33 y 2 %, respectivamente). La dieta F contenía 25,5 y 348 g de N y de fibra neutro detergente (FND) por kg de materia seca (MS) y la dieta C contenía 24,7 g de N y 220 g de FND /kg MS.

El día uno de cada prueba se inocularon todos los fermentadores con contenido ruminal (líquido y sólido) procedente de cuatro ovejas fistuladas en el rumen y alimentadas con heno de buena calidad y concentrado (50:50). Tras un período de adaptación de ocho días se determinaron los principales parámetros que definen la fermentación ruminal durante cinco días y los resultados obtenidos han sido descritos por Gómez *et al.* (2005). El día 14 se recogió el contenido líquido de cada fermentador y 440 ml del mismo se mezclaron con 110 ml de saliva artificial, a la que se le había añadido 1 g de NH_4Cl por litro. Esta mezcla se utilizó para llenar botellas que contenían 500 mg de diferentes substratos puros: una mezcla de almidones (trigo:cebada:patata, en proporción 40:40:20), xilano de avena, celulosa y pectina de corteza de cítricos. El fluido de cada fermentador se utilizó para llenar 10 botellas (50 ml por botella), dos con cada uno de los substratos citados anteriormente y dos que no contenían substrato (blancos). Una vez llenas, las botellas se introdujeron en un incubador a 39ºC y se midió la producción de gas en las mismas a las 2, 4 y 6 horas de incubación. Tras 6 horas de incubación se abrieron las botellas, se midió el pH y se tomaron muestras para analizar la

[1] Este trabajo forma parte del proyecto AGL-2004-04755-CO2-01/GAN financiado por el M.E.C.

concentración en ácidos grasos volátiles (AGV) y NH_3. Los resultados obtenidos para cada substrato se sometieron a un análisis de varianza que incluyó como efectos el tipo de dieta, el período de incubación y la unidad experimental (fermentador).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos del tipo de dieta sobre los diferentes parámetros fermentativos se muestran en la Tabla 1. Para todos los substratos incubados, el pH del contenido de las botellas inoculadas con fluido de los fermentadores que recibieron la dieta F fue menor (P<0,001) que el registrado en las botellas correspondientes a la dieta C. Este menor pH podría indicar una mayor actividad fermentativa del fluido de los fermentadores que recibieron la dieta F, ya que este hecho se observó incluso en los blancos, cuyo pH final fue de 6,41 y 6,60 para las dietas F y C, respectivamente (e.e.d. = 0,028; P<0,001).

Tabla 1. Efecto del tipo de dieta administrada a fermentadores de flujo semicontinuo sobre la actividad fermentativa del fluido de los mismos[1]

	Substrato			
Item y dieta	**Almidón**	**Celulosa**	**Pectina**	**Xilano**
pH				
Dieta F	5,51 [a]	6,39 [a]	5,84 [a]	6,19 [a]
Dieta C	5,63 [b]	6,59 [b]	6,00 [b]	6,37 [b]
e.e.d.[2]	0,029	0,023	0,013	0,031
AGV (µmol)				
Dieta F	3624	686 [b]	3139 [b]	1525
Dieta C	3682	499 [a]	2191 [a]	1388
e.e.d.[2]	125,9	69,7	151,3	118,9
NH_3-N (mg N/l)				
Dieta F	68,1 [b]	281 [b]	67,8	166 [b]
Dieta C	53,3 [a]	194 [a]	76,4	117 [a]
e.e.d.[2]	3,72	6,19	4,43	3,65
Gas (ml)				
Dieta F	110 [b]	8,06 [b]	107 [b]	49,6 [b]
Dieta C	79,7 [a]	5,72 [a]	73,8 [a]	38,6 [a]
e.e.d.[2]	1,82	0,98	0,99	1,16

[1] incubaciones de 500 mg de substrato con 50 ml de fluido de los fermentadores durante 6 h a 39ºC
[2] e.e.d.: error estándar de la diferencia
[a, b]: para cada parámetro y substrato, los valores medios con distinto superíndice son diferentes (P<0,05)

De acuerdo con los efectos observados en el pH, la producción de gas fue mayor (P<0,001) en las botellas inoculadas con fluido de los fermentadores que recibían la dieta F que en aquellas que se inocularon con fluido de fermentadores a los que se les administró la dieta C y este efecto se observó para todos los substratos. Debido a que el volumen de gas fue corregido para la cantidad producida en los blancos correspondientes a cada fermentador, se puede asumir que dicha producción se debe a la fermentación del substrato incubado. La concentración de amoníaco en el interior de las botellas fue menor (P<0,01) en aquellas inoculadas

con fluido de los fermentadores que recibían la dieta C, con la excepción de la pectina, para la que no se observaron diferencias (P>0,05) entre tratamientos. Las diferencias observadas pueden deberse, al menos parcialmente, a que el fluido de los fermentadores que recibían la dieta C presentó una menor (P=0,013) concentración de amoníaco que el procedente de los fermentadores que recibían la dieta F (203 y 249 mg N amoniacal/l, respectivamente).

Los resultados indican que el tipo de dieta administrada a los fermentadores provocó modificaciones en la actividad fermentativa del contenido de los mismos, posiblemente debidas a cambios en la población microbiana establecida. Así, el fluido de los fermentadores que recibieron la dieta F produjo una mayor degradación de la celulosa y la pectina, tal y como indica la mayor (P<0,05) cantidad de AGV producida en las botellas inoculadas con este fluido. Sin embargo, no se observaron diferencias (P>0,05) entre dietas en la cantidad de AGV producida cuando se incubaron almidón y xilano como substratos. Las diferencias entre dietas pueden deberse, al menos parcialmente, al pH en el interior de los fermentadores. Como se puede observar en la Figura 1, en los fermentadores que recibieron la dieta F el pH se mantuvo en valores adecuados para el mantenimiento de la flora celulolítica (pH>6,3), mientras que en los que recibían la dieta C el pH fue en todo momento inferior a 6,0, lo que pudo perjudicar el desarrollo de la flora celulolítica pero no afectó a la flora amilolítica (Van Soest, 1994). Los resultados de este estudio indican que la dieta administrada a fermentadores de flujo semicontinuo afecta a la actividad fermentativa de la población microbiana que se establece en los mismos.

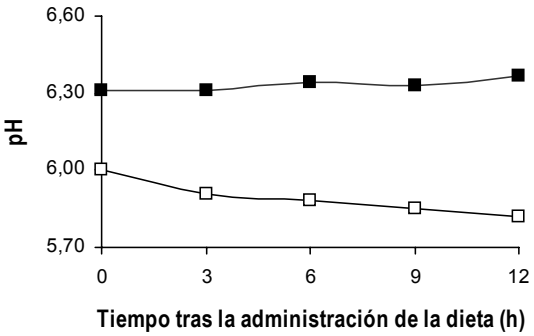


Figura 1. Evolución del pH en el interior de los fermentadores que recibían la dieta F (■) y la dieta C (□). Las diferencias entre tratamientos fueron significativas (P<0,001) en todos los tiempos de muestreo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Czerkawski JW and Breckenridge G. 1977. Design and development of a long-term rumen simulation technique (Rusitec). *Br. J. Nutr.* 38: 371-384.

Gómez JA, Tejido ML and Carro MD. 2005. Influence of disodium malate on microbial growth and fermentation in Rusitec fermenters receiving medium- and high-concentrate diets. *Br. J. Nutr*. (En prensa).

Tejido ML, Ranilla MJ and Carro MD. 2002. *In vitro* dry matter digestibility of forages as influenced by the source of inoculum (sheep rumen liquor vs. fermenters fluid) and the forage to concentrate ratio in the diet of donors. *Anim. Feed Sci. Technol.* 97: 41-51.

Van Soest, PJ. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Second edition. Cornell University Press, Ithaca.