ITEA (2005), Vol. **Extra N.º 26.** Tomo II, 548-550

EFECTO DE LA EXTRUSIÓN DE INGREDIENTES Y PIENSOS CONCENTRADOS SOBRE SU FERMENTACIÓN RUMINAL IN VITRO

E. Solanas, M. Fondevila, M. Mota y C. Castrillo,
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, M. Servet 177, 50013 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La extrusión de los alimentos promueve la gelatinización del almidón favoreciendo su ataque enzimático (Gallant y col., 1992), lo que en rumiantes resulta en una mayor y más rápida degradación del mismo en el rumen. Por otra parte, provoca también la desnaturalización parcial de la proteína, disminuyendo su solubilidad y degradabilidad en ruminal (Solanas y col., 2003). Ambos efectos pueden contribuir a la mejora de los índices productivos de terneros (Solanas y col., 2005), aunque la extrusión total del pienso puede no resultar económicamente rentable, lo que sugiere la conveniencia de extrusionar solamente algunos de los ingredientes del pienso. El efecto que la extrusión produce sobre el almidón y la proteína depende de su estructura, localización y relación con otros componentes del alimento o de la dieta. En este trabajo se comparó el efecto de la extrusión sobre la cinética de fermentación y la producción de AGVs de dos cereales comunes en piensos para terneros, el maíz y la cebada y sobre el guisante, leguminosa con alta proporción de proteína y almidón, (Prueba 1). Se estudió también el efecto que sobre los mismos parámetros tiene la extrusión de la totalidad de un pienso de terneros de cebo o de sus ingredientes (cereales y leguminosas) por separado, (Prueba 2).

MATERIAL Y MÉTODOS

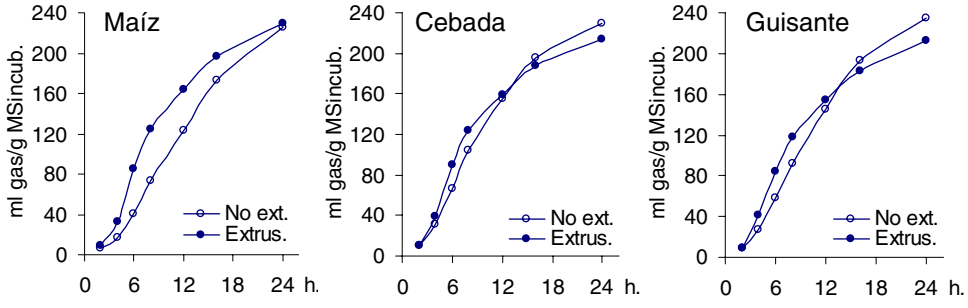
Para el estudio de la dinámica de fermentación, se determinó la evolución de la producción de gas in vitro mediante el método propuesto por Theodorou y col. (1994). En la prueba 1 se incubaron muestras de cebada, maíz y guisante, sin extrusionar o extrusionadas en extrusora de doble tornillo a aproximadamente 140ºC, 40 atmósferas de presión y la inclusión de un 15% de agua. En la Prueba 2, se incubaron muestras de pienso constituido por un 65 % de una mezcla de cereales (60% maíz y 40% cebada), un 25 % de una mezcla de leguminosas (33% guisante, 33% altramuz y 33% haba de soja) y un 10% de grasa, vitaminas y minerales, no extrusionado (NE) o incluyendo extrusionados la mezcla de cereales (CE); la mezcla de leguminosas (PE); o ambas (CPE). En cada prueba, se incubaron por cuadruplicado 600 mg de cada sustrato en botellas con 800 ml de una solución de incubación con un 10 % de inóculo ruminal procedente de dos vacas alimentadas con 4 kg de pienso, 2 kg de alfalfa y 2 kg de paja. En cada prueba se llevaron a cabo tres tandas de incubación de 24 horas, registrándose la presión en el interior de las botellas a las 2, 4, 6, 8, 12, 16 y 24 horas, y considerando la media de las botellas de cada sustrato en cada tanda como unidad experimental. Tras 6 horas de incubación se recogieron 4 ml del filtrado de una de las botellas sobre 1 ml de una solución de ácidos ortofosfórico y metilvalérico, para la determinación de ácidos grasos volátiles (AGV; Jouany, 1982). Finalizado el periodo de incubación, se filtró el contenido de las botellas y se determinó la materia seca residual. El efecto de la extrusión sobre la producción de gas a cada hora de incubación y la concentración y proporción de AGV's a las 6 horas de incubación, se analizó según un diseño factorial sustrato x tratamiento, considerando la tanda de incubación como bloque.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presenta la cinética de producción de gas del maíz, cebada y guisante, extrusionados o no. La fermentación del maíz sin extrusionar promovió desde las 2 a las 16 horas de incubación una producción de gas significativamente menor ($p<0,01$) que la cebada, registrándose valores intermedios con el guisante. Entre los sustratos extrusionados no se manifestaron diferencias significativas en la producción de gas. La extrusión promovió un incremento de la producción de gas desde las 4 hasta las 12 horas de incubación ($p<0,01$), más manifiesto en el caso del maíz (interacción alimento x extrusión, $p<0,01$). El efecto de la extrusión fue disminuyendo a partir de las 12 h, llegando a neutralizarse para el maíz a las 24 horas e incluso a invertirse para la cebada y el guisante a las 16 y 24 h. Por consiguiente, la extrusión favoreció la fermentación del almidón del maíz, originalmente más resistente a las enzimas microbianas que el de la cebada. El mismo efecto que en el maíz se podría haber esperado en el guisante por tener también una fermentación del almidón más lenta que la cebada, sin embargo el efecto de la extrusión fue ligeramente menor al del maíz, probablemente contrarrestado por la desnaturalización de la proteína con la extrusión que actuaría protegiendo al almidón del ataque enzimático inicial (McAllister y col., 1993). La extrusión provocó una mayor concentración de AGVs ($p<0,05$), aunque dentro de cada alimento las diferencias entre tratamientos solamente fueron significativas en el maíz (13,5 vs 8,4 mM). La extrusión dio lugar a un incremento en la relación acético/propiónico ($p<0,05$) (1,79 vs 1,57), y a una ligera aunque significativa ($p<0,01$) reducción en las proporciones de butirato (8,2 vs 9,8%).

En la Prueba 2, la extrusión de los ingredientes del pienso aumentó ($p<0,001$) la producción de gas (Tabla 1). El efecto fue mas acusado cuando se procesaron los cereales (CE) que cuando se procesaron los suplementos proteicos (PE), obteniéndose resultados intermedios cuando se extrusionaron ambos componentes. La magnitud de las diferencias disminuyó con el tiempo de incubación, no resultando significativas las diferencias entre NE y PE a las 24 horas. Aunque la extrusión de la proteína tiende a reducir su fermentación microbiana (Prestløkken, 1999), el hecho de que la mezcla de fuentes de proteína incluyera guisante, con una proporción importante de almidón que responde positivamente a la extrusión (Prueba 1) puede explicar la magnitud de la respuesta positiva del tratamiento PE. Sin embargo, la extrusión de ambos componentes (pienso CPE) no resultó en un efecto aditivo como era lógico pensar, tal vez debido una desincronización entre el aporte de energía y proteína para los microorganismos ruminales, disminuyendo la actividad microbiana.

Figura 1: Cinética de producción de gas (ml/g MS) del maíz, cebada y guisante en función de su extrusionado.



No se registraron diferencias entre piensos en la concentración total de AGV, pero si en sus proporciones. El pienso con ambas fuentes extrusionadas (CPE) dio lugar a una mayor proporción de acetato y una menor proporción de propionato, por lo que la relación acetato/propionato fue mayor al resto ($p<0,05$). La proporción de butirato resultó mayor para aquellos piensos que incluían la fuente de cereal extrusionada (CE y CPE).

Tabla 1: Cinética de la producción de gas (ml/g MS) in vitro de los piensos no extrusionado (NE) o incluyendo extrusionados la mezcla de cereal (CE), las fuentes de proteína (PE) o ambos (CPE).

Tiempo (h)	NE	CE	PE	CPE	e.e.
2	4,1 b	9,9 a	4,7 b	9,4 a	0,20
4	16,4 d	39,9 a	21,5 c	34,6 b	0,85
6	41,7 d	81,4 a	52,1 c	74,3 b	0,50
8	71,0 d	114,1 a	82,6 c	105,8 b	0,87
12	110,1 d	147,2 a	120,5 c	140,6 b	1,25
16	147,3 d	175,9 a	155,2 c	169,1 b	1,35
24	182,7 c	202,6 a	187,8 c	195,2 b	1,56

Entre columnas, letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 2: Concentración (mM) y proporciones de AGV a las 6 y 24 horas de incubación in vitro de los piensos no extrusionado (NE) o incluyendo extrusionados la mezcla de cereal (CE), las fuentes de proteína (PE) o ambos (CPE).

	NE	CE	PE	CPE	e.e.
AGV	12,3	15,5	12,4	17,2	2,338
Acetato	0,500b	0,492b	0,514ab	0,554a	1,492
Propionato	0,446a	0,426a	0,438a	0,376b	1,000
Butirato	0,051b	0,080a	0,054b	0,070ab	0,638
Acet./Prop.	1,13b	1,16b	1,19b	1,49a	0,069

Dentro mismo parámetro, letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gallant, D. J., Bouchet, B., Buleon, A. y Perez, S., 1992. European Journal of Clinical Nutrition. 46:S3-S16.

Jouany, J. P., 1982. Science des Aliments. 2:131-144.

McAllister, T. A., Phillippe, R. C., Rode, L. M. y Cheng, K. J., 1993. J. Anim Sci. 71(1):205-212.

Prestløkken, E., 1999. Animal Feed Science and Technology. 82(3-4):157-175.

Solanas, E., Castrillo, C., Jover, M., Serrano, X. y Vega, de A., 2003. En: X Jornadas sobre Producción Animal, AIDA. Nº 24, Vol. II, pp.693-695

Solanas, E., Castrillo, C., Serrano, X., Janacua, H., Fondevila, M. y Guada, J.A., 2005. Livestock Production Science. In press.

Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., Mcallan, A. B. y France, J., 1994. Animal Feed Science and Technology. 48(3-4):185-197.