

## **PATRÓN DE FERMENTACIÓN DE LA FRACCIÓN NEUTRO-DETERGENTE EXTRAÍDA DE DISTINTOS INGREDIENTES DE USO POTENCIAL EN DIETAS PARA TERNEROS DE CEBO**

Ortolani, I.R., Amanzougarene, Z. y Fondevila, M.  
Depto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2), Universidad de Zaragoza-CITA, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza; mfonde@unizar.es

### **INTRODUCCIÓN**

Los actuales sistemas de alimentación del ganado vacuno de carne consisten en dietas en base a pienso como fuente energético-proteico y paja de cereales como fuente fibrosa, administrados separadamente y *ad libitum*, alcanzando una proporción aproximada pienso:paja de 90:10, según el periodo de engorde del animal. Aunque de hecho se considere que su contribución nutritiva es prácticamente nula, la paja ofrecida en forma larga ejerce un papel funcional en el metabolismo ruminal, favoreciendo la motilidad y la rumia, y reduciendo así el riesgo de acidosis. Este efecto se debe a su contribución como fibra efectiva, combinación de proporción y tamaño de la fracción fibrosa de la dieta (Mertens, 1997). Circunstancias como la sequía, competencia con otras actividades o exportaciones, han provocado un aumento en el precio de la paja, que de por sí es un alimento de caro transporte y engoroso de manipulación. Por ello, el uso de paja se ha intentado evitar sustituyéndola por otras fuentes fibrosas incluidas en el pienso. Iraira et al. (2013) observaron que la incorporación de fuentes fibrosas no forrajeras en sustitución de paja de cebada larga puede promover condiciones similares en el ambiente ruminal. Sin embargo, la heterogeneidad en la composición de este tipo de ingredientes hace muy variable el nivel de incorporación en la dieta si se pretende mantener la misma proporción de fibra, y su respuesta puede ser afectada por componentes ajenos a la fracción fibrosa. El objetivo del siguiente experimento es evaluar *in vitro* el patrón de fermentación de la fracción neutro-detergente de ingredientes fibrosos de diferente naturaleza que pueden ser incorporados al pienso en sustitución de la paja.

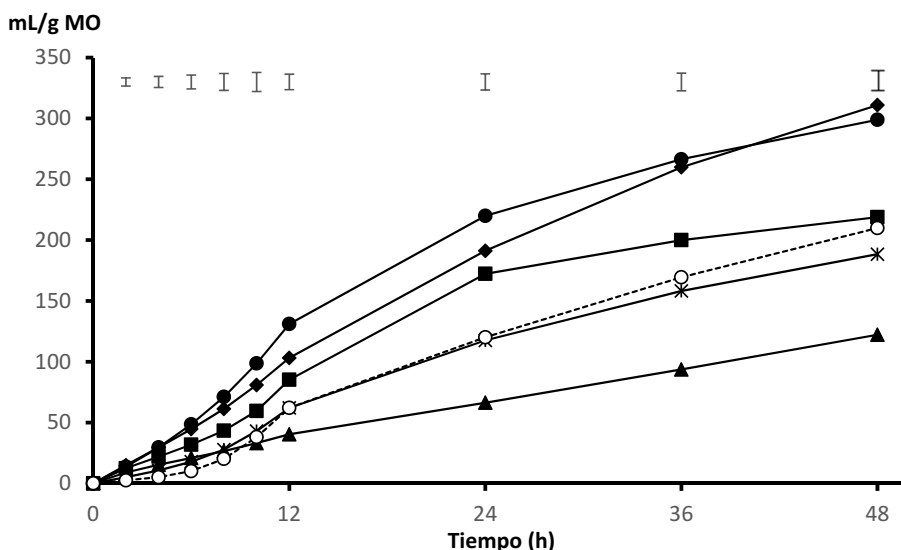
### **MATERIAL Y MÉTODOS**

El patrón de fermentación de la fracción fibrosa de paja de cebada (PC) se comparó con los de cascarilla de soja (CS), pulpa de remolacha (PR), torta de palmiste (TP), cascarilla de avena (CA) y harina de alfalfa deshidratada (AD), como ingredientes fibrosos de diferentes características. Los alimentos fueron molidos a 1mm, incubados en detergente neutro (10-15 g/L, a 100°C durante 75 min), y el residuo fue lavado tres veces con agua-acetona, filtrado y secado a 45°C (Smith y Waldo, 1969) para ser utilizado como sustrato de fermentación. El inóculo utilizado fue extraído del rumen de cuatro ovejas adultas Rasa Aragonesa (54,5 ± 6,8 kg), canuladas en el rumen, consumiendo diariamente 500 g de forraje (50% heno de alfalfa 50% de paja) y 500 g de concentrado. El contenido ruminal de dos ovejas se extrajo antes de la oferta de alimento, se filtró y se mezcló, incluyéndose en proporción del 20%. Los sustratos (800 mg) se incubaron *in vitro* en 80 mL de solución de incubación siguiendo el procedimiento de Theodorou et al. (1994), sin mezcla micromineral ni resazurina. Se realizaron 4 tandas de incubación de 48 horas, con 4 repeticiones por sustrato, más 4 blancos sin sustrato, empleando dos ovejas diferentes en cada tanda como donantes. Dos de las repeticiones se incubaron por 12 y 24 h para determinar la concentración de metano en la fase gaseosa. En las otras dos repeticiones se determinó la producción de gas a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 24, 36 y 48 h, y la desaparición de la materia orgánica (dMO) a las 48 h. En una de ellas se midió además la concentración de metano en la fase gaseosa a las 36 y 48 h. Los resultados se analizaron estadísticamente mediante ANOVA, considerando el promedio de 2 botellas del mismo tratamiento en cada tiempo de incubación como la unidad experimental, y la tanda de incubación como bloque. Las medias se compararon por el test de Tukey, y diferencias con  $P < 0,05$  fueron consideradas significativas.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El pH de incubación se mantuvo entre 6,4 y 6,7 a lo largo de todo el periodo de estudio. El patrón de fermentación, expresado como el volumen de gas por unidad de materia orgánica (MO) incubada (Figura 1) muestra que la pared celular de PR y CS fueron los sustratos de mayor producción de gas entre 8 y 36 h, con valores de 310 y 298 mL/g MO a las 48 h. Un

segundo grupo de sustratos, formado por pared celular de TP, PC y AD, rindió volúmenes menores de gas (219, 210 y 188 mL/g MO), aunque TP mostró una evolución similar a CS hasta las 24 h ( $P>0,10$ ), produciendo únicamente un 21% de su volumen total entre 24 y 48 h. Resulta destacable el comportamiento similar de la pared celular de PC y AD. Aunque la producción de gas de la pared celular de CA no fue diferente a la de AD y PC hasta las 12 h ( $P>0,10$ ), a partir de las 24 h fue el sustrato menos fermentable, alcanzando 122 mL/g MO a las 48 h.



**Figura 1:** Evolución de la producción de gas de pared celular de pulpa de remolacha (●), cascarilla de soja (◆), torta de palmiste (■), alfalfa deshidratada (\*) y cascarilla de avena (▲), respecto a la de paja de cebada (○). Barras superiores indican error estándar de las medias.

La proporción de metano respecto al total de gas producido en las distintas fases de muestreo, como índice de eficiencia de la fermentación, se presenta en la Tabla 1. Las proporciones fueron muy bajas en el primer cuarto de fermentación, estabilizándose posteriormente en valores similares. Solamente se observaron diferencias entre sustratos a las 48 h, cuando la pared celular de CA mostró valores superiores a CS y PR ( $P<0,05$ ).

**Tabla 1:** Proporción (%) de metano en el gas total producido a partir de la fermentación de pared celular de los ingredientes fibrosos (PR: pulpa de remolacha, CS: cascarilla de soja, TP: torta de palmiste, AD: alfalfa deshidratada, CA: cascarilla de avena, PC: paja de cebada) en distintos intervalos del periodo experimental.

	0-12 h	12-24 h	24-36 h	36-48 h
PR	5,2	16,6	14,8	15,9b
CS	6,0	17,4	15,3	16,0b
TP	5,1	19,2	15,2	16,3ab
AD	7,6	17,8	16,5	16,9ab
CA	4,3	16,6	16,4	17,9a
PC	4,8	15,3	16,9	16,1ab
s.e.m.	1,00	1,37	0,61	0,42

s.e.m.: error estándar de las medias. en cada columna, letras distintas indican diferencias significativas.

La desaparición de MO (dMO) a las 48 h de incubación respondió de forma similar a la producción de gas, y clasificó a los sustratos de forma similar, siendo mayor con PR y CS,

intermedia con PC y TP, e inferior con CA (Tabla 2). De forma similar, el volumen de metano producido por unidad de sustrato es muy dependiente de la producción total de gas. Sin embargo, al expresar el volumen de gas acumulado por unidad de MO desaparecida, como índice de eficiencia de fermentación, la pared celular de CA fue superior a TP y PC, y la producción de metano por unidad de sustrato fermentado fue mayor con CA, y mostró los menores valores con PC, TP y PR ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 2:** Desaparición de materia orgánica (dMO) a las 48 h de incubación de pared celular de distintos ingredientes fibrosos (PR: pulpa de remolacha, CS: cascarilla de soja, TP: torta de palmiste, AD: alfalfa deshidratada, CA: cascarilla de avena, PC: paja de cebada) y volumen de gas acumulado y producción de metano ( $CH_4$ ) por unidad de sustrato incubado (MOi) o desaparecido (MOd).

	dMO	mL gas/ g MOi	mL $CH_4$ / g MOi	mL gas/ g MOd	mL $CH_4$ / g MOd
PR	0,793a	299a	2,18ab	377ab	44,4bc
CS	0,817a	311a	2,47a	381ab	48,8abc
TP	0,662b	219b	1,75bc	347b	42,8bc
AD	0,485c	188b	1,68c	388ab	55,6ab
CA	0,269d	122c	1,01d	459a	59,6a
PC	0,663b	210b	1,68c	318b	40,6c
s.e.m.	0,0137	7,3	0,108	22,5	2,92

s.e.m.: error estándar de las medias. en cada columna, letras distintas indican diferencias significativas.

El patrón fermentativo de la pared celular de los sustratos fibrosos presenta diferencias independientes de su proporción de FND y de otros nutrientes del alimento original. La pared celular de la pulpa de remolacha y la cascarilla de soja se fermentan en gran medida y a un alto ritmo, y de forma muy eficiente debido a su alto volumen de gas y bajo de metano cuando se expresa por unidad de sustrato desaparecido. En contraste, la pared celular de TP reduce su ritmo de fermentación a partir de las 24 h, pero en su degradación rinde un bajo nivel de metano, al igual que la de paja. La fracción fibrosa de cascarilla de avena se fermenta muy poco, pero produce gran proporción de metano.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B. & France, J. (1994). Anim. Feed Sci. Technol. 48: 185-197
- Smith, L.W. & Waldo, D.R. (1969). J. Dairy Sci. 52: 2051-2053
- Iraira, S.P., Ruiz de la Torre, J.L., Rodriguez-Prado, M., Calsamiglia, S., Manteca, X. & Ferret, A. (2013). J. Animal Sci. 91: 3827-3835
- Mertens, D.R. (1997). J. Dairy Sci. 80: 1463-1481.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido financiado por INZAR, con la participación del Departamento de Industria e Innovación del Gobierno de Aragón y el Fondo Social Europeo.

#### FERMENTATION PATTERN OF THE NEUTRAL DETERGENT FIBRE FRACTION FROM DIFFERENT INGREDIENTS OF POTENTIAL USE IN DIETS FOR BEEF CATTLE

**ABSTRACT** Fermentation of the fibrous fraction of potential alternatives to the use of straw in diets of intensive fattening calves was evaluated *in vitro*. Extracted neutral detergent fibre from soybean hulls, palm kernel cake, beet pulp, alfalfa meal, oat hulls and barley straw was tested. Sugarbeet pulp and soybean hulls were fermented at a higher extent, and oat hulls at the lowest. The volume of methane per unit of disappeared organic matter in oat hulls indicates a low fermentation efficiency, compared with barley straw and sugarbeet pulp. Fibrous fractions of substrates behaved differently in their fermentation, regardless of the fibre proportion or composition in other nutrients in the original substrates.

**Keywords:** fermentation, methane, fibrous fraction, beef cattle