

ESTUDIO “IN VITRO” DEL PATRÓN DE FERMENTACIÓN COLÓNICA EN RACIONES FORRAJERAS PARA CABALLOS

Seradj, A. R., Balcells, J., Costa, S. y de la Fuente, G.
Departament de Ciència Animal ETSEA, Universidad de Lleida. 25198 Lleida. España.
gfuente@ca.udl.cat

INTRODUCCIÓN

En los équidos, el elevado desarrollo del colon les permite obtener una parte importante de sus necesidades energéticas a partir de la fermentación (AGVs) de los carbohidratos fibrosos (Harris, 1999). No obstante, animales sometidos a trabajo físico o deportivo necesitan ser suplementados con algún tipo de cereal para ingerir un nivel calórico adecuado y mantener su condición física. El contenido de almidón de los cereales es elevado y suelen presentar desequilibrios en el aporte de ciertos nutrientes (p. ej. AA esenciales o vitaminas); además de una fermentación más intensa en el colon, que conlleva incrementos en ácido láctico. La fermentación microbiana en dietas concentradas con una deficiencia en fibra suele implicar un mayor ritmo de fermentación y producción de AGVs, que puede inducir colitis u otras disbiosis intestinales. En este estudio, evaluamos *in vitro* el efecto del nivel de fibra y energía sobre patrón de fermentación, utilizando para ello tres raciones comerciales, dos con un elevado aporte de fibra (Basic y Premium; BS y PR, PAS de CAVALLS SL.) y la tercera formulada con un elevado aporte de concentrado (CM; a base de 60% festuca y 40% pienso Pavo Top Sport®); los patrones de fermentación obtenidos con las raciones experimentales se compararon con aquellos registrados con forrajes (heno de alfalfa; AL) y cereales (cebada; CB).

MATERIAL Y MÉTODOS

Tres series de incubación se realizaron usando material fecal de 4 caballos como inóculo. Los contenidos fecales se mezclaron por separado con solución buffer (Theodorou *et al.*, 1994) bajo anaerobiosis a 39°C (1:2) y se filtraron, tras lo cual 80 mL por animal se incubaron con 800 mg de las raciones (sustrato) correspondientes (BS, PR, CM, AL y CB), previamente digeridas con pepsina y pancreatina (Akeson y Stahmann, 1964). En cada serie de incubación se utilizaron cuatro botellas por cada una de las raciones experimentales. Se añadieron cuatro botellas blanco (BL) con el objeto de corregir el efecto del propio inóculo sobre los parámetros fermentativos. Se tomaron medidas de presión de gas en las botellas a las 2, 4, 6, 8, 12 y 24 h después del inicio de la incubación y se ajustaron a una curva (McDonald, 1981). Después de 24 h de incubación, se tomó muestra de las incubaciones para determinar pH, concentración AGVs (Jouany, 1982) y amoníaco (Chaney and Marbach, 1962). Los niveles de proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE) y fibra neutro-detergente (FND) (% de materia seca) de las raciones experimentales pre-digeridas se analizaron mediante el Sistema Weende y van Soest (1994). Los datos obtenidos se analizaron (SAS, Cary, NC), siguiendo el siguiente modelo: $Y = \text{Animal}_i + \text{Dieta}_j + \epsilon_{ijk}$; Las diferencias entre medias se compararon mediante el test de Tukey, donde valores $p < 0,05$ se consideraron significativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dieta BS (ración destinada para animales en mantenimiento) pre-digerida mostró los niveles más bajos en PB y carbohidratos no fibrosos (CNF), mientras que las dietas CM y PR presentaron valores semejantes en PB y NFC (Tabla 1). Como era de esperar, AL mostró los niveles más altos en PB tanto antes como después de la pre-digestión enzimática. Los niveles de EE en CM fueron más elevados a los obtenidos en el resto de raciones. La digestibilidad estimada fue más alta en CB que en el resto, por su alto contenido en carbohidratos no estructurales.

Tabla 1. Composición química de las dietas problema antes y después de su predigestión *in vitro*, y digestibilidad estimada, previa a su incubación.

	AL	BS	CB	CM	PR
original					
Proteína bruta	17,33	10,31	12,37	13,92	13,54
Extracto etéreo	1,06	2,07	2,07	8,59	2,12
Fibra neutro-detergente	54,06	55,01	14,72	34,02	51,31
Fibra ácido-detergente	36,52	32,77	4,92	-	39,38
Carbohidratos no fibrosos	16,07	24,21	67,37	35,42	24,61
Predigerido					
Proteína bruta	16	7,96	11,92	12,87	11,19
Extracto etéreo	1,38	2,58	2,2	6,71	1,76
Fibra neutro-detergente	64,94	76,83	48,31	60,2	64,51
Fibra ácido-detergente	45,7	47,74	18,02	32,24	49,72
Carbohidratos no fibrosos	12,9	9,76	31,59	15,77	17,82
Digestibilidad estimada (%)					
Proteína bruta	32,9	42,9	74,1	45,8	34,8
Extracto etéreo	5,3	7,8	71,4	54,2	3,5
Fibra neutro-detergente	12,6	-3,3	11,7	-3,8	0,8
Fibra ácido-detergente	9,0	-7,7	1,4	-	0,3
Carbohidratos no fibrosos	41,6	70,2	87,4	73,9	42,8

AL: Alfalfa; BS: Fórmula Basic; CB: Cebada; CM: Fórmula a base de 60% festuca y 40% pienso; PR: Fórmula Premium.

La cebada fue el alimento que produjo una mayor cantidad de gas y BS la menor (Tabla 2). El patrón de fermentación de CB fue diferente al resto de las raciones. La producción total de AGVs fue superior en CB, y no hubo diferencias entre AL, PR y CM. La dieta BS mostró las producciones más bajas de AGVs, posiblemente relacionadas con la baja proporción de CNF presentes en la ración predigerida y a un tiempo corto de fermentación (24 h). Las proporciones de acético, propiónico y butírico presentaron diferencias significativas entre las raciones, siendo las dietas CB y CM las que promovieron una fermentación más propiónica, mientras que PR, AL y BS tendieron a una más acética, que concuerda con unos niveles más altos en FAD. La fermentación microbiana de las proteínas genera como productos finales NH_3 y ciertos AGVs de cadena ramificada como son los ácidos valérico e isovalérico. Los mayores niveles de NH_3 se midieron en CM y AL aunque los niveles de valérico e isovalérico no difirieron a los del resto de raciones. En CB, un aporte de CNF muy alto, pero unos niveles de proteína discretos, indujeron una producción de AGVs más elevada, a costa de un pH y unos niveles de NH_3 más bajos, también consecuencia de una posible mayor utilización por parte de la población microbiana. El caso opuesto fue el presentado por AL, con unos niveles muy altos en PB, pero con poca energía disponible a corto plazo, lo cual promovió una fermentación de la proteína que incrementó los niveles de NH_3 , y posiblemente utilizada menos eficientemente para el crecimiento microbiano. En el resto de raciones, BS mostró a corto plazo una aparente deficiencia en energía disponible, y unos niveles de PB menores al resto, lo cual no impidió generar concentraciones de NH_3 equivalentes a CB y PR. Tanto PR como CM presentaron unos niveles similares de producción de AGVs, pero tanto el patrón de fermentación como los niveles de NH_3 difirieron, siendo CM la que obtuvo unos niveles superiores en NH_3 . La ración PR mostró unos niveles de NH_3 más reducidos, pero con una producción de AGVs al nivel de CM, lo cual sugiere que la sincronización Energía: Proteína fue más eficiente.

Tabla 2. Efecto del tipo de ración sobre componentes de producción de gas, concentración de los metabolitos de fermentación y perfiles (en %) de los mismos tras 24 h de incubación.

	AL	BS	CB	CM	PR	SEM	P
Patrón producción gas							
a	141,5 ^b	124,1 ^b	211,2 ^a	135,3 ^b	127,5 ^b	6,13	<0,01
b	0,049 ^b	0,044 ^b	0,093 ^a	0,052 ^b	0,06 ^b	0,0039	<0,01
c	1,87 ^a	1,41 ^c	1,93 ^a	1,48 ^{bc}	1,63 ^b	0,048	<0,01
pH	6,31 ^b	6,39 ^a	6,1 ^c	6,31 ^b	6,32 ^b	0,014	<0,01
Amoniaco (mg/L)	272,6 ^{ab}	255,9 ^c	250,2 ^c	284,5 ^a	261 ^{bc}	2,84	<0,01
AGV total (mM)	40,2 ^b	33,6 ^c	53,3 ^a	40,1 ^b	39,0 ^b	0,57	<0,01
Perfiles fermentación (%)							
Acético	62,4 ^a	61,3 ^a	53,3 ^c	57,7 ^b	62,1 ^a	0,44	<0,01
Propiónico	28,9 ^b	29,9 ^b	33,6 ^a	32,8 ^a	29,6 ^b	0,4	<0,01
Butírico	5,96 ^b	6,3 ^b	11,43 ^a	6,99 ^b	5,66 ^b	0,366	<0,01
Valérico + Isovalérico	1,67 ^a	1,54 ^a	0,99 ^b	1,57 ^a	1,36 ^a	0,077	<0,01

AL: Alfalfa; BS: Fórmula Basic; CB: Cebada; CM: Fórmula a base de 60% festuca y 40% pienso; PR: Fórmula Premium. Superíndices a,b,c indican diferencias entre medias (P<0,05)

Como conclusión, el estudio *in vitro* de raciones para caballos es una forma sencilla de poder estimar tanto digestibilidad como fermentabilidad de raciones diversas y que puede complementar estudios *in vivo*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akeson, W.R., Stahmann, M.A. 1964. J. Nutr. 83, 257-261.
- Chaney, A.L., Marbach, E.P. 1962. Clin. Chem. 8, 130-132.
- Harris, P.A., Arkell, K. 1999. Eq. Vet. J. 45.
- Jouany, J.P., 1982. Sci. Aliments. 2,131-144.
- McDonald, I., 1981. J. Agric. Sci. Camb. 96, 251-256.
- Theodorou, M.K. *et al.* 1994. Anim. Feed. Sci. Technol. 48, 185-197.
- Van Soest, P.J. *et al.* 1991. J. Dairy Sci. 74, 3583-3597.

FERMENTATION PATTERN OF FIBRE BASED DIETS FOR HORSES. AN *IN VITRO* STUDY

ABSTRACT: An *in vitro* study was devised to evaluate the fermentation pattern of three commercial rations, two high in fiber (BS and PR) and one high in concentrate (CM) and compare them with alfalfa (AL) and barley (CB) as fibrous and energetic feed ingredients, respectively. After the pre-digestion process of the substrates, three *in vitro* incubation series were performed using faecal material of 4 horses as inoculum. Gas pressures were measured from the bottles at intervals of 2 up to 24 hours, and then bottles were opened to determine pH, VFAs and NH₃ content. CB produced greater amount of gas respect to other diets studied where BS produced the lowest levels of gas. The production of VFAs was also higher in CB and no differences were seen between AL, PR and CM rations. Both CB and CM enhanced production of propionate, whereas PR, AL and BS tended to produce more acetate. Although both PR and CM rations presented similar levels of VFA production, NH₃ levels were higher in the latter one, which suggests more efficiency in energy:protein synchronization for the PR ration.

Keywords: *in vitro*, horse, fermentation pattern, feed