EFECTO DE LA EXTRUSIÓN SOBRE LA CINÉTICA DE DEGRADACION DE LA PROTEÍNA DE DISTINTOS SUPLEMENTOS PROTEICOS

Solanas E., Castrillo C., Jover M.[1], Serrano X.[2], Vega de A.
Dpto. de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria, Miguel Servet, 177. 50013 Zaragoza; [1] Dpto. Ciencia Animal, ETSIA, Valencia. [2] Cooperativa Técnica Agropecuaria, SCCL, Bellpuig.

INTRODUCCIÓN

La extrusión es un tratamiento que combina altas temperaturas con altas presiones y provoca la gelatinización del almidón y una desnaturalización parcial de las proteínas, haciéndolas mas resistentes a la acción microbiana del rumen (Camire *et al.*, 1990). Dicho efecto puede ser especialmente interesante en el caso de las leguminosas, cuyo valor proteico para los rumiantes se ve limitado por la elevada degradabilidad de la proteína (AFRC, 1993). El presente trabajo se centró en determinar el efecto de la extrusión de distintos suplementos proteicos, entre ellos tres leguminosas, sobre la cinética de degradación de la proteína en el rumen.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron cinco suplementos proteicos con diferentes características en cuanto a su composición y tratamiento previo: haba de soja (rico en grasa), altramuz (rico en fibra), guisante (rico en almidón), torta de soja (suplemento proteico sometido a un tratamiento previo) y gluten feed (rico en fibra y sometido a tratamiento previo con calor). La extrusión se realizó en una extrusionadora experimental de doble tornillo a una temperatura aproximada de 140ºC.

Para determinar la cinética de degradación de los suplementos, antes y después de la extrusión, se llevaron a cabo incubaciones en el rumen de dos vacas frisonas canuladas, que consumían una ración compuesta de 4 kg pienso, 2 kg de heno de alfalfa y 2 kg de paja de cebada. Se utilizaron para ello bolsas de nylon de 10x15 cm de superficie interna, conteniendo 4-5 g de muestra molida a 3 mm. Cada una de las muestras se incubó en cada vaca durante 2, 4, 8, 12, 24 y 48 horas en dos tandas consecutivas (1 bolsa por suplemento, vaca, tanda y hora). Tras la incubación las bolsas fueron congeladas a –18ºC durante al menos 24 horas, y posteriormente descongeladas, lavadas y secadas a 60ºC durante 48 horas, determinándose el contenido en N-Kjeldahl, tanto de las muestras originales como de los residuos. Los valores medios de ambos periodos obtenidos en cada vaca se ajustaron a la ecuación $dgN = a + b[1-e(-ct)]$ propuesta por Ørskov y McDonald (1979), con la restricción de que $(a+b) \leq 100$, utilizando el método Marquardt del procedimiento NLIN del paquete estadístico SAS (2000). Se calculó la degradabilidad efectiva de la proteína para un ritmo fraccional de paso de 0,06 h^{-1}, a partir de la ecuación $dgN_{0,06} = a + b \times c/(c + 0,06)$. Los datos individuales de degradabilidad para cada hora de incubación fueron analizados siguiendo un diseño de parcelas divididas, considerando el efecto vaca como bloque, los suplementos como parcela principal y el tratamiento como subparcela. El efecto suplemento se comparó con la suma de los cuadrados medios de los efectos vaca x alimento y tanda dentro de vaca y alimento (14 g.l.) y los efectos tratamiento y la interacción suplemento x tratamiento se compararon con el cuadrado medio del error residual (15 g.l.). Los parámetros de cinética de degradación y la degradabilidad

efectiva se analizaron siguiendo el mismo modelo, comparando el efecto alimento con la interacción vaca x suplemento (4 g.l.) y los efectos tratamiento y la interacción suplemento x tratamiento con el cuadrado medio del error residual (5 g.l.). Dichos análisis se llevaron a cabo siguiendo el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (2000).

Tabla 1. Contenido en PB de los suplementos a estudio y grado de significación de los efectos suplemento, tratamiento y su interacción sobre la degradabilidad de la proteína a las diferentes horas de incubación y los parámetros de cinética de degradación.

	Altramuz		Haba Soja		Guisante		Torta Soja		Gluten F.				Significac.		
	Ext.	NExt	Ext.	NExt	Ext.	NExt	Ext.	NExt	Ext.	NExt	DER1	DER2	A	T	AxT
PB (%MS)	33,4	30,2	40,3	39,0	22,2	21,5	49,4	49,9	22,5	22,5					
dg 2h	$50,1^{b}$	$64,1^{a}$	$31,3^{b}$	$55,9^{a}$	$31,4^{b}$	$73,5^{a}$	$30,5^{a}$	$27,9^{a}$	$81,4^{a}$	$53,6^{b}$	4,01	2,12	***	***	***
dg 4 h	$57,7^{b}$	$69,0^{a}$	$42,1^{b}$	$62,1^{a}$	$40,5^{b}$	$83,6^{a}$	$37,5^{a}$	$37,7^{a}$	$81,5^{a}$	$60,5^{b}$	3,57	4,49	***	***	***
dg 8h	$72,6^{b}$	$88,5^{a}$	$65,5^{b}$	$81,9^{a}$	$49,3^{b}$	$97,2^{a}$	$48,1^{b}$	$61,1^{a}$	$90,2^{a}$	$75,4^{b}$	4,38	3,17	***	***	***
dg12h	$80,5^{b}$	$93,6^{a}$	$76,3^{b}$	$92,4^{a}$	$55,1^{b}$	$98,6^{a}$	$51,8^{b}$	$72,5^{a}$	$91,0^{a}$	$82,8^{b}$	8,14	3,05	***	***	***
dg24h	$97,2^{a}$	$97,1^{a}$	$95,8^{a}$	$99,1^{a}$	$79,7^{b}$	$99,1^{a}$	$82,3^{b}$	$96,4^{a}$	$94,2^{a}$	$87,2^{b}$	5,45	4,38	*	***	***
dg48h	$98,6^{a}$	$98,6^{a}$	$99,3^{a}$	$99,4^{a}$	$99,4^{a}$	$99,6^{a}$	$98,4^{b}$	$99,3^{a}$	$97,0^{a}$	$96,0^{b}$	0,42	0,33	***	ns	**
a	$38,6^{a}$	$46,3^{a}$	$12,6^{b}$	$36,4^{a}$	$26,0^{b}$	$49,9^{a}$	$19,0^{a}$	$8,9^{b}$	$75,6^{a}$	$42,1^{b}$	5,17	3,04	**	ns	***
b	$61,4^{a}$	$52,4^{b}$	$87,4^{a}$	$63,6^{b}$	$74,0^{a}$	$49,8^{b}$	$81,0^{b}$	$91,1^{a}$	$20,9^{b}$	$51,1^{a}$	5,06	3,042	***	*	**
c	$0,098_{b}$	$0,180_{a}$	$0,108_{a}$	$0,153_{a}$	$0,008_{b}$	$0,313_{a}$	$0,013_{b}$	$0,117_{a}$	$0,127_{a}$	$0,122_{a}$	0,022	0,020	*	***	***

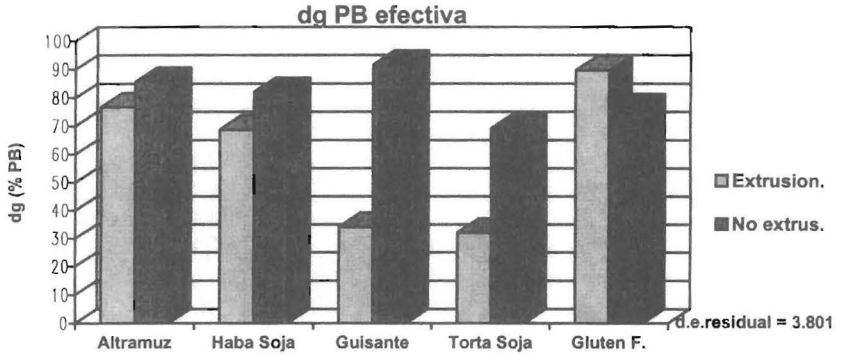
DER1: desviación estándar para la comparación del efecto alimento; DER2: desviación estándar residual para la comparación del efecto tratamiento. * ($p<0.05$), ** ($p<0.01$), *** ($p<0.001$)
Letras diferentes en la misma fila muestran diferencias ($p<0.05$) entre tratamientos dentro de un mismo alimento.

La degradabilidad de la proteína difirió significativamente entre los distintos suplementos proteicos (AFRC, 1993), debido a los distintos ritmos de degradación que cada uno posee, bien por su propia composición, como en el haba de soja, altramuz y guisante o bien por el tratamiento previo que sufren en su elaboración, caso de la torta de soja y el gluten feed.

La extrusión afectó significativamente a la degradabilidad de la proteína, aunque dicho efecto difirió entre suplementos, observándose una interacción significativa suplemento x tratamiento, tanto en la degradabilidad a las distintas horas de incubación como en los parámetros de cinética de degradación y en la degradabilidad efectiva, debido al distinto comportamiento mostrado por las leguminosas crudas y los suplementos sometidos a un tratamiento previo. En las leguminosas crudas la extrusión promovió un descenso ($p<0,05$) de la dgPB a todas las horas de incubación, excepto a las 48 h, cuando la degradabilidad de la proteína superó en todos los casos el 95%. El descenso fue más acusado en el guisante, con diferencias de 42, 43, 48, 44 y 19 unidades porcentuales a las 2, 4, 8, 12 y 24 horas de incubación, respectivamente. La extrusión promovió un descenso de la fracción soluble de la proteína "a" en el haba de soja ($p<0,001$), guisante ($p<0,01$) y altramuz ($p<0,10$), un aumento de la fracción potencialmente degradable "b" ($p<0,05$) y un descenso en el ritmo de degradación "c" ($p<0,05$ en el altramuz y en el guisante y $p<0,10$ en el haba de soja). El efecto de la extrusión sobre la cinética de degradación de la proteína de las tres leguminosas

crudas, supuso un descenso significativo en su degradabilidad efectiva (Figura 1), especialmente importante en el guisante (34,1 % frente a 91,6% en la forma extrusionada y sin extrusionar, respectivamente), resultados que concuerdan con los de Walhaim *et al.* (1992).

Fig.1. Degradabilidad efectiva de la proteína de los distintos suplementos proteicos siendo asumiendo un ritmo fraccional de paso de 0.06 h^{-1}.



En la torta de soja, la forma extrusionada presentó una degradabilidad similar a la no extrusionada hasta las 4 primeras horas de incubación, lo que pudo deberse a que el tratamiento previo que sufre la torta de soja puede hacer disminuir la degradabilidad de la fracción proteica más accesible a los microorganismos, resultando una fracción soluble significativamente inferior ($p<0.05$) en la forma no extrusionada. A partir de las 4 horas de incubación se observó un descenso notable ($p<0.05$) de la degradabilidad debida a la extrusión, originando un descenso significativo del ritmo de degradación y de la dg efectiva (32.1% vs 69.1%). En el gluten feed, la extrusión promovió un incremento de la dgPB a todas las horas de incubación, aumentando la fracción soluble y el ritmo de degradación. Esto pudo ser debido a que la proteína del gluten feed se encuentre íntimamente ligada a la pared celular y la extrusión facilite un desligamiento de la proteína y una mayor accesibilidad de ésta a los microorganismos ruminales.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto financiado por COTECNICA . Proyecto CDTI- 00 0266. La extrusión se llevó a cabo en las instalaciones del Dpto. de Ciencia Animal. ETSIA de Valencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRC, 1993. *Necesidades energéticas y proteicas de los rumiantes*. Ed. Acribia
Camire, M.E., Camire, A., Krumhar, K.,1990. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 29*: 35-57.
Ørskov, E.R., McDonald, I., 1979. *Journal of Agricultural Science, 92*: 499-503.
SAS, 2000, Statistical Analysis System Institute Inc. SAS/STAT. Version 8. Cary. NC.
Walhaim, P., Foucart, M, and Théwis, A., 1992. *Anim. Feed Sci. Tech. 38*: 43-55.