EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO Y DE LA ADICIÓN DE DEXTROSA SOBRE LA UTILIZACIÓN DIGESTIVA DE LA HARINA DE SOJA.

[1]E. Serrano, [1]F.J. Giráldez, [1]P. Frutos, [1]A.R. Mantecón y [2]C. Cadórniga

[1]Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo. 788. 24080. León
[2]Moyresa. El Burgo. Culleredo. La Coruña

Introducción

Desde el punto de vista del valor nutritivo de los alimentos, la reacción de Maillard entre azúcares reductores (grupos aldehido o cetonas) y proteínas (grupos amino) es perjudicial cuando se completan las tres etapas que la componen, ya que incide negativamente en la digestión intestinal de las proteínas (Dergal, 1981). Sin embargo, los productos formados en la primera fase de esta reacción son reversibles en condiciones ácidas, por lo que la digestión intestinal de las proteínas en esta fase no resultaría afectada (Finot *et al.*, 1977; Windschitl and Stern, 1989).

Esta reacción, por otra parte, permite disminuir la degradación ruminal, por lo que teóricamente, y teniendo en cuenta los planteamientos anteriores, podría utilizarse para la producción de suplementos proteicos de baja degradabilidad (Windschitl and Stern, 1989). De hecho, se han desarrollado diferentes patentes, basadas en una combinación de tratamiento térmico y adición de azúcares, para la fabricación de harina de soja de baja degradabilidad, aunque su comercialización es todavía escasa en nuestro país.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes tratamientos (calor o calor combinado con la adición de glucosa) sobre la solubilidad, degradabilidad, producción de gas y digestión intestinal de la proteína de la harina de soja.

Material y métodos

Las diferentes harinas de soja utilizadas en el presente experimento fueron suministradas por la empresa Moyresa. Se utilizaron tres harinas de soja:

S0.-harina de soja sin tratar (883 g MS/ kg, 929 g MO/ kg MS y 490 g PB / kg MS).
S1.-harina de soja tratada con calor húmedo a 80-100 °C durante 30 minutos (914 g MS/ kg, 933 g MO/ kg MS y 469 g PB/ kg MS).
S2.-harina de soja tratada con una solución de dextrosa al 50% (en una proporción de 1 litro de solución por cada 20 kg de harina) y posteriormente con calor húmedo a 80-100°C durante 30 minutos (871 g MS/ kg, 926 g MO/kg MS y 475 g PB/ kg MS) de acuerdo con la patente registrada por la empresa Moyresa (soja mealpass).

De cada harina de soja se tomó una muestra que se molió en un molino de martillos utilizando una malla de 2 mm de tamaño de paso. Una vez molida, ésta se dividió en dos submuestras: una se utilizó para los estudios de degradación ruminal *in sacco* y digestión *in vitro* y la otra se molió a 1 mm y se empleó para la determinación de la composición química y para los estudios de solubilidad y producción de gas.

La solubilidad de la proteína se determinó incubando bolsitas (Ankon's Daisy F56), selladas con calor y que contenían 0,5 g de muestra, en una solución de cloruro sódico 0,2 molar, durante 60 minutos. Las bolsas correspondientes a las diferentes harinas se incubaron conjuntamente en una jarra que contenía 2 litros de la solución de ClNa y que se introdujo en

un incubador a 39° C que mantiene la jarra en un constante movimiento rotatorio (sistema Ankons Daisy).

La cinética de producción de gas se determinó siguiendo el método de Menke y Steingass (1988). Los valores de producción de gas se ajustaron al modelo exponencial propuesto por Ørskov y McDonald (1979) con la finalidad de estimar el ritmo de producción (parámetro c) y la producción total de gas (suma de parámetros a y b).

La degradabilidad de la proteína se determinó *in sacco* según la metodología descrita por López (1990), pero utilizando un único tiempo de incubación (12 horas). Para ello se emplearon tres ovejas fistuladas en el rumen que recibieron como dieta basal 400 g de heno y 600 g de un concentrado compuesto por un 85 % de cebada y un 15 % de harina de soja. Los residuos de incubación de las tres ovejas y del mismo alimento se mezclaron y molieron a 1 mm, determinándose su contenido en N y utilizándose el resto para el análisis de la digestibilidad *in vitro*, la cual fue estimada siguiendo el método desarrollado por Calsamiglia y Stern (1995).

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza, utilizando el procedimiento ANOVA del CSS (1991). Las comparaciones entre tratamientos se efectuaron utilizando el test de las diferencias mínimas significativas (LSD).

Resultados y discusión

Como puede observarse en la tabla 1, la solubilidad de la materia seca se mantuvo prácticamente constante en las tres harinas. Sin embargo, la solubilidad de la proteína mostró diferencias altamente significativas (P<0,001), con valores del 15,61% en la harina de soja sin tratar frente a 11,40% en la S1 y 9,41 en la S2.

Tabla 1.- Solubilidad, parámetros de la cinética de producción de gas, degradabilidad y digestibilidad intestinal de la proteína de tres harinas de soja (S0 = sin tratar, S1 = tratada con calor y S2 = tratada con dextrosa y posteriormente con calor).

	S0	**S1**	**S2**	esm.	Nivel Significación
Solubilidad (%)					
Materia seca	29,40	28,77	28,58	0,661	ns
Proteína	$15,61^{c}$	$11,40^{b}$	$9,41^{a}$	0,149	***
Cinética de Producción de Gas					
Parámetros A + B (ml)	55,40	56,67	56,47	0,221	ns
Parámetro C (h^{-1})	$0,110^{b}$	$0,112^{b}$	$0,077^{a}$	0,0009	***
Degradabilidad (%)					
Materia seca	$88,61^{b}$	$83,84^{b}$	$72,29^{a}$	0,740	**
Proteína	$88,17^{c}$	$76,48^{b}$	$59,93^{a}$	1,026	**
Digestibilidad Intestinal de la Proteína (%)					
Proteína	71.66	73.25	73.43	1.448	ns
Proteína no degradable	76,04	78,66	76,93	3,152	ns

ns: P>0,05 / **: P<0,01 / ***: P<0,001

$^{a, b, c}$: distintos superíndices en la misma fila indican medias significativamente diferentes (P<0,05)

esm: error estándar de la media.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas (P>0,05) en la producción total de gas (a+b), pero sí en el ritmo de producción (P<0,001). La harina de soja tratada con dextrosa y posteriormente con calor mostró un valor claramente inferior al de las otras dos harinas, lo cual podría ser indicativo de una ralentización en su ritmo de degradación ruminal, si bien no habría diferencias en la degradación potencial.

La degradabilidad, estimada *in sacco* tras 12 horas de incubación, también presentó variaciones estadísticamente significativas (P<0,01) entre las tres harinas estudiadas, tanto para la materia seca, donde la S2 mostró un valor significativamente inferior al de las otras dos harinas (ver tabla 1), como para la proteína, donde se observó una disminución progresiva desde la S0 (88,17%), a la S1 (76,48%) y a la S2 (59,93).

La digestibilidad *in vitro* de la proteína no degradada en el rumen, por el contrario, no presentó diferencias estadísticamente significativas (P>0.05). Así pues y tal y como ha sido previamente señalado, parece existir una reversibilidad de la reacción de Maillard que hace que la digestibilidad de las proteínas no resulte afectada (Finot *et al.*, 1977; Windschitl and Stern, 1989).

Los resultados observados indican que tanto el tratamiento con calor como la adición de azúcares reductores pueden disminuir significativamente la degradación ruminal de la proteína sin afectar a su digestión intestinal, si bien este efecto es más marcado en el segundo tratamiento, es decir, en el que se añade la solución de dextrosa y se trata posteriormente con calor.

Referencias

Casalmiglia, S. and Stern, M.D. (1995). A three-step *in vitro* procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. *J. Anim. Sci.*, 73, 1459-1465.

CSS. (1991). Complete Statistical System. Statsoft, Inc. Tulsa, USA.

Dergal, S.B. (1981). *Química de los alimentos*. Edit. Alhambra Mexicana.

Finot, P.A.; Bujard, E; Mottu, F. and Mauron, J. (1977). Availability of the true Schiff's bases of lysine. Chemical evaluation of the Schiff's base between lysine and lactosa in milk. *In*: Protein cross-linking. M. Friedman. Edit. Plenum Publ. Corp., New York, pp: 343-365.

López, S. (1990). Características de degradación ruminal de los forrajes en relación con el método de conservación y la composición química y botánica. Tesis doctoral. Universidad de León.

Menke, K.H. and Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas producción using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.

Ørskov, E. R. and McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *J. Agric. Sci., Camb.*, 92, 499-503.

Windschitl, P.M. and Stern, M.D. (1989). Evaluation of calcium lignosulfonate-treated soybean meal as a source of rumen protected protein for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 71, 3310-3322.