DIFERENCIAS EN COMPOSICION QUÍMICA Y RELACIONES CON LA CALIDAD DE LA PROTEINA DE LAS HARINAS DE SOJA SEGÚN ORIGEN

García-Rebollar, P., Rodríguez, M., Berrocoso, J.D., Cámara, L., Lázaro, R., Mateos, G.G.
[1]Departamento de Producción Animal, UPM. Ciudad Universitaria, s/n. 28040, Madrid.
paloma.grebollar@upm.es.

INTRODUCCIÓN

La harina de soja (HS) es la principal fuente de proteína utilizada en la fabricación de piensos. En Europa, la mayor parte de las HS procede de uno de los tres principales países productores: Estados Unidos (USA), Brasil (BRA) y Argentina (ARG). La composición y valor nutricional de las HS varía entre países de origen en función de las variedades cultivadas, las condiciones agronómicas y las condiciones de procesado (Grieshop *et al.,* 2003; De Coca *et al.,* 2008, 2010; Frikha *et al.,* 2012). En un trabajo anterior Mateos *et al.* (2011) presentaron los resultados obtenidos de una colección de 385 muestras de HS recogidas entre los años 2007 y 2010 procedentes de estos tres países. El presente trabajo tiene como objetivo complementar los resultados anteriores con nuevas muestras procedentes de las cosechas de los años 2011 y 2012. Asimismo se presentarán las correlaciones más destacadas entre componentes analíticos y las variables de calidad de la proteína habitualmente utilizadas por la industria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron un total de 454 muestras de HS procedentes de ARG (n = 147), BRA (n = 139) y el Este (cuenca del Mississippi y costa Este) de USA (n = 168) durante los años 2007 a 2012. El muestreo se realizó bien en el país de origen o bien en el barco a su llegada a puerto Europeo. Se analizaron los constituyentes proximales, azúcares, minerales y los parámetros de calidad de la PB [actividad de los inhibidores de la tripsina (AIT), índice de dispersibilidad de la proteína (PDI), solubilidad en KOH (KOH sol.) y actividad ureásica (AU). Los análisis de las muestras se realizaron en el Laboratorio de Mouriscade (Pontevedra, España). Las técnicas analíticas utilizadas para cada parámetro se describen en el trabajo de Frikha *et al.* (2012) y en las normas AOAC International (2000). Además, se determinó el perfil de aminoácidos (AA) mediante tecnología NIR y el índice de daño por calor (HDI) (AminoRed, Evonik, Hanau, Alemania). Los resultados se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS (1990) para diseños al azar. El modelo incluyó el origen de la HS como efecto principal. Para la separación de medias se llevó a cabo un t-test. Los coeficientes de correlación de Pearson se determinaron con el proc CORR del SAS (1990). Los resultados se presentan en tablas como medias ajustadas por mínimos cuadrados para un contenido de MS del 88%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El origen de la HS influyó significativamente ($P < 0,001$) sobre todos los parámetros analíticos determinados (Tabla 1). Así, el contenido en PB fue mayor para las HS USA que para las ARG, presentando las HS de BRA valores intermedios (47,3 *vs.* 45,4 *vs.* 46,6%). Asimismo, el contenido en FND varió entre orígenes (7,8 *vs.* 9,2 *vs.* 10,5% para USA, ARG y BRA, respectivamente). Las HS BRA tuvieron menos sacarosa (5,7 *vs.* 7,2 *vs. 6,7*%) y estaquiosa (4,6 *vs. 5,7 vs. 4,9%)* y más rafinosa (1,4 *vs.* 1,0 *vs.* 1,2) que las USA, presentando las ARG valores intermedios. El contenido en fósforo de las HS USA fue superior al de ARG y BRA (0,69 vs 0,65 vs 0,61; $P < 0,001$). Las HS ARG y USA presentaron una concentración mayor en calcio (0,33 y 0,35 vs 0,29) y potasio (2,25 y 2,20 *vs.* 2,02%), y menor en hierro (110 y 114 *vs.* 168 mg/kg) que las BRA. El contenido en PB estuvo negativamente relacionado con el de sacarosa (-0,70, $P < 0,001$) para las HS USA y con el de FND (-0,64 y -0,46, $P < 0,001$) para las HS ARG y BRA. El contenido en fósforo estuvo positivamente relacionado con el contenido en PB de las HS pero la correlación fue mayor para USA (+0,60, $P < 0,001$) que para ARG y BRA (+0,26 y +0,32, $P < 0,01$).
Los parámetros de calidad de la PB también variaron entre orígenes. Las HS USA presentaron unos valores mayores de AIT que las ARG y BRA (3,1 *vs.* 2,5 y 2,6 mg/g,

respectivamente) y la solubilidad de la PB y el HDI fue mayor para las HS USA que para las HS de origen Latinomericano (PDI = 19,7; 16,5 y 15,3%; KOH sol. = 86,8; 81,7 y 82,7% y HDI = para USA, ARG y BRA, respectivamente). Los valores de AIT estuvieron relacionados positivamente con los parámetros de calidad (+0,37 para AU, +0,61 para KOH sol. y +0,66 para PDI; $P < 0,001$). El índice HDI estuvo negativamente correlacionado (-0,90, -0,87 y -0,85, $P < 0,001$ para USA, ARG y BRA, respectivamente) con el contenido en Lys por unidad de proteína de las HS.

La concentración de AA esenciales de las HS varió con el origen de las harinas. Por unidad de proteína, las HS BRA presentaron un menor ($P < 0,001$) contenido de AA esenciales (44,5 *vs.* 44,7 *vs.* 44,6 %PB) que las HS de USA, ocupando ARG la posición intermedia. El contenido en Lys (6,16 *vs.* 6,06 *vs.* 6,09 %PB), Thr (3,93 *vs.* 3,88 *vs.* 3,91 %PB) y Trp (1,37 *vs.* 1,34 *vs.* 1,36 %PB) fue mayor en las HS USA que en las BRA, con las ARG en posición intermedia. El contenido en Met+Cys fue igual en las de ARG y USA, y mayor que en las BRA (2,87 *vs.* 2,81 %PB). La suma de los 5 AA (Lys, Met, Cys, Thr y Trp) más limitantes en avicultura fue inferior para las HS BRA que para las ARG y USA (14,1 vs 14,3 %PB, respectivamente). El contenido en Lys (%PB) estuvo relacionado negativamente con el de PB (-0,47, $P < 0,001$) para las HS USA y positivamente (+0,21, $P < 0,001$) para las HS BRA, mientras que no hubo correlación ($P > 0,10$) para las HS ARG.

Tabla 1. *Influencia del origen sobre la composición química (%) y la calidad de la proteína de la harina de soja (sobre 88% MS)*

Origen	*ARG*	*BRA*	*USA*	*EEM*	*P*
nº de muestras	*147*	*139*	*168*		
Composición química					
MS	88,5	88,6	88,6	0,08	NS
PB	45,4^{c}	46,6^{b}	47,3^{a}	0,12	***
EE	1,71^{a,b}	1,79^{a}	1,62^{b}	0,04	**
FB	4,76^{b}	5,54^{a}	3,76^{c}	0,08	***
FND	9,2^{b}	10,5^{a}	7,82^{c}	0,13	***
Sacarosa	6,66^{b}	5,71^{c}	7,24^{a}	0,08	***
Estaquiosa	4,90^{b}	4,61^{c}	5,68^{a}	0,04	***
Rafinosa	1,17^{b}	1,38^{a}	0,97^{c}	0,02	***
Cenizas	6,59^{a}	6,26^{b}	6,65^{a}	0,04	***
Calcio	0,33^{a}	0,29^{b}	0,35^{a}	0,007	***
Fósforo	0,65^{b}	0,61^{c}	0,69^{a}	0,004	***
Potasio	2,25^{a}	2,02^{b}	2,20^{a}	0,021	***
Sodio	0,03	0,03	0,02	0,004	NS
Magnesio	0,28	0,27	0,27	0,012	NS
Hierro, mg/kg	110^{b}	168^{a}	114^{b}	4,01	***
Calidad de la proteína					
AIT, mg/g[1]	2,47^{b}	2,58^{b}	3,10^{a}	0,05	***
PDI, %	16,5^{b}	15,3^{c}	19,7^{a}	0,34	***
KOH sol., %	81,7^{b}	82,7^{b}	86,8^{a}	0,33	***
Ureasa, g N/g	0,015^{b}	0,029^{a}	0,019^{b}	0,003	*
HDI[2]	12,7^{b}	15,5^{a}	8,9^{c}	0,42	***
Aminoácidos					
Lys	2,77^{c}	2,83^{b}	2,91^{a}	0,008	***
Met	0,62^{b}	0,62^{b}	0,64^{a}	0,002	***
Cys	0,69^{b}	0,69^{b}	0,71^{a}	0,002	***
Thr	1,79^{c}	1,81^{b}	1,85^{a}	0,005	***
Trp	0,62^{c}	0,63^{b}	0,64^{a}	0,002	***
AA limitantes[3]	6,49^{c}	6,58^{b}	6,77^{a}	0,011	***
AA esenciales[4]	20,3^{c}	20,8^{b}	21,2^{a}	0,058	***

[1]Actividad de inhibidores de tripsina. [2]Indice de daño por calor (AminoRed, Evonik, Hanau, Alemania); [3]Suma de Lys, Met, Cys, Thr y Trp; [4]Suma de Lys, Met, Thr, Trp, Ile, Leu, Arg, Val, His y Phe. [a-c]Valores en la misma fila con superíndices distintos son diferentes ($P < 0,05$). NS: $P > 0,05$; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$.

El presente trabajo muestra que la composición y el valor nutricional de las HS procedentes de estos tres países son diferentes y que las relaciones entre componentes analíticos y calidad de la proteína varían entre orígenes. En las HS USA los niveles de proteína y fósforo son mayores y están positivamente relacionados, tienen mejor composición de la fracción hidrocarbonada (más sacarosa y menos FND) y mejor calidad proteica (más AA indispensables por unidad de proteína, mayor solubilidad y menor HDI) que las HS de origen Latinoamericano. Por tanto, el país de origen debe ser considerado para la valoración de la composición y valor nutritivo de las HS comerciales, previo a su utilización en la formulación de piensos para no rumiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

• Association of Official Analytical Chemists International. 2000. *Official Methods of Analysis of the AOAC International.* 17ª edición. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA. • Frikha, M., Serrano, M.P., Valencia, D.G., Rebollar, P.G., Fickler, J., Mateos, G.G. 2012. *Anim Feed Sci. Tech.* 178: 103-114. • De Coca-Sinova, A., Valencia, D. G., Jiménez-Moreno, E., Lázaro, R. y Mateos, G. G. 2008. *Poultry Sci.* 87: 2613-2623. • De Coca-Sinova, A., Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado, J. M., Frikha, M., Lázaro, R., y Mateos, G.G. 2010. *Poultry Sci.* 89:1440-1450. • Grieshop, C. M., Kadzere, C. T., Clapper, G. M., Frazier, R. L. y Fahey Jr., G.C. 2003. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7684–7691. • Mateos, G. G., Sueiro, S., González, M., García-Rebollar, P., Serrano, M.P., Hermida, M. y Lázaro, R. 2011. ITEA. XIV Jornadas sobre Producción Animal AIDA. A. Sanz, I. Casasús, M. Joy, J. Álvarez, H. Calvo, B. Panea, P. Muñoz, J. Balcells (Eds.). AIDA, Zaragoza. pp: 297-299 • Statistical Analysis Systems Institute. 1990. *SAS user's guide: statistics.* Versión 6, 4ª e. dición. Cary, NC: SAS Institute, Inc, USA.

DIFFERENCES ON NUTRIENT CONTENT AND RELATIONSHIPS WITH PROTEIN QUALITY OF SOYBEAN MEALS ACCORDING TO ORIGIN

ABSTRACT: This research studied the chemical composition and correlations between chemical analyses and protein quality of SBM of 3 different origins (USA, n=168; BRA, n=139, and ARG, n=147). Samples were collected during a 6-yr period and analyzed for major chemical components including amino acids, sugars and protein quality. On as fed bases (88% DM), SBM from USA had more CP (47.3 *vs*. 45.4 *vs. 46.6* %; *P*<0.001) and less NDF (7.8 *vs*. 9.2 *vs.* 10.5%; *P*<0.001) than SBM from ARG and BRA. Sucrose and stachyose contents were higher for the USA than for the BRA meal, with ARG meal being intermediate (*P*<0.001). The CP content was negatively related with sucrose (-0.70; *P < 0.001*) for USA and with NDF (-0.46 and -0.46, *P < 0.001*) for ARG and BRA meals. Also, P content was positively related with CP content (+0.60, *P<0.001* for USA, and +0.26 and +0.32, *P<0.01* for ARG and BRA meals). The PDI and KOH solubility were higher for USA than for ARG or BRA SBM (*P*<0,001) and they were positively related (*P<0.001*) with trypsin inhibitor activity. In addition, SBM from USA had more lys, met + cys, thr, and trp than SBM from BRA and ARG (*P* < 0.001). Lysine content per unit of CP was negatively related with CP content for USA (-0.47, *P<0.001*), positively (+0.21, *P< 0.001*) for BRA SBM, but no relationship (P>0.10) was found for ARG SBM. It is concluded that the nutritive value and the relationship among chemical components and protein quality of the meals varied widely among origins. Thus, the origin of the beans should be considered in the evaluation of the nutritive value of commercial soybean meals for formulation of feeds for non ruminant animals.

Keywords: *protein quality; nutritive value; soybean meal origin.*