

UTILIZACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA INVESTIGAR EL ORIGEN DE HARINAS DE SOJA DE DIFERENTES PAÍSES

García-Rebollar, P.¹, Núñez-Romero, N.¹, Serrano, M.P.¹, Hermida, M.², Lázaro, R.¹ y Mateos, G.G.¹

¹Departamento de Producción Animal, UPM. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid. paloma.grebollar@upm.es ²Laboratorio Mouriscade. Diputación de Pontevedra. Vilanova-Lalín, 36515 Pontevedra.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones ambientales, la variedad genética y las condiciones del procesado aplicadas para la extracción del aceite en los diferentes países productores modifican la composición química de las harinas de soja (HS) y pueden afectar a su valor nutricional (Karr-Lillenthal et al., 2004). El objetivo de este trabajo fue evaluar las relaciones entre composición química e índices de calidad del tratamiento térmico de HS producidas en Argentina (ARG), Brasil (BRA) y Estados Unidos (USA) utilizando el análisis de componentes principales (PC).

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante los años 2007 y 2008 se recogieron un total de 155 muestras de HS, procedentes de los tres principales países exportadores al mercado europeo para maximizar la variabilidad en su composición química. Las muestras fueron identificadas por país de producción y fecha de recogida. Se analizaron los nutrientes principales y parámetros de calidad de la proteína bruta (PB) tales como actividad de los inhibidores de la tripsina (AIT); índice de dispersabilidad de la proteína (PDI); solubilidad en KOH (KOH) y actividad ureasa (AU). Las técnicas analíticas se detallan en De Coca *et al.* (2008) y en las normas AOAC International (2000). Los aminoácidos esenciales (AAE) se determinaron mediante tecnología NIR (Evonik, Hanau, Alemania) según Fontaine *et al.* (2001). Para el tratamiento estadístico de los resultados, expresados en unidades sobre base fresca, se utilizó el análisis de PC del programa SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de muestras y los parámetros estadísticos utilizados para caracterizar las HS figuran en la Tabla 1. En el análisis de PC se seleccionaron 4 factores (criterio de Kayser) que explican el 84,2% de la variación total observada en la composición y calidad de las HS para las variables analizadas. La primera PC (PC1) representa un 48,9% de la varianza y está asociada positivamente con las variables PB y AAE que definen el contenido proteico de las HS. Las correlaciones más bajas en PC1 corresponden a los AAE presentes en menor proporción en la PB de la HS (Met, Trp y Thr). La segunda PC (PC2) explica un 21,4% de la varianza y está negativamente relacionada con la fibra insoluble (FB y FND) y positivamente con los AAE limitantes en la formulación de piensos para monogástricos (Met, Trp, Thr y Lys). El tercer factor (PC3) agrupa con el mismo signo a todos los índices de calidad del tratamiento térmico y explica un 8,68% de la varianza acumulada. La cuarta PC (PC4) representa solo un 5,17% de la varianza total de la población y está asociada a la materia seca (MS) y materia orgánica (MO) y en menor medida al extracto etéreo (EE) de las HS. Los resultados del análisis de PC, después de la rotación de tipo Varimax, se muestran en la Figura 1. La proporción de la variabilidad total para PB y AAE (Lys, Met, Thr, Trp, Arg, Ile, Leu, Val, His y Phe) explicada por el conjunto de las PC se aproxima a 1 en todos los parámetros. De los índices de calidad del tratamiento térmico, AIT y UIT presentan también proporciones elevadas (0,909 y 0,892, respectivamente), son inferiores para la solubilidad de la PB (KOH, 0,787 y PDI, 0,761) y más bajos para la actividad ureásica (0,529) probablemente debido a otros factores relacionados con la escasa precisión y repetibilidad de estos métodos analíticos. Sólo para el EE la proporción de variabilidad explicada es baja (0,434), lo que puede deberse a la cantidad variable de gomas y otros residuos de la destilación del aceite de soja que se añaden a la HS según las características de cada planta extractora.

La Figura 2 muestra la dispersión de las muestras de HS en el espacio tridimensional de las 3 primeras PC. Si bien estos factores no separan claramente las HS en función del país de origen, los AAE limitantes (Lys, Met, Cys, Thr, Trp), la fibra (FB y FND) y los índices de calidad del tratamiento térmico (AIT, UIT y KOH) contribuyen de forma destacada a diferenciar el país de origen. Para un rango amplio de niveles de PB, las HS de USA tienen mayor contenido en AAE limitantes más elevados que las HS de ARG y BRA, harinas que se caracterizan por sus mayores contenidos en fibra insoluble y menores en inhibidores de tripsina y solubilidad de PB.

Tabla 1. Número de muestras (n), media (X), desviación estándar (SD) y rango (mínimo-máximo) de las variables analizadas por componentes principales.

Variable	ARGENTINA (n=47)			BRASIL (n=38)			USA (n=70)		
	X±SD	Mín.	Máx.	X±SD	Mín.	Máx.	X±SD	Mín.	Máx.
MS	88,8±0,78	87,2	90,6	89,0±0,42	88,1	90,3	88,5±0,55	87,4	90,6
MO	82,0±0,91	78,0	83,6	82,7±0,46	81,6	83,7	81,8±0,79	79,8	84,0
PB	46,7±1,32	43,2	48,8	47,1±1,40	45,6	50,6	47,3±0,88	44,8	49,3
EE	1,90±0,39	0,89	3,39	1,91±0,40	1,11	3,11	1,63±0,47	0,93	2,95
FB	4,27±1,05	3,03	7,42	5,37±0,92	3,45	6,60	3,75±0,42	2,79	5,07
FND	8,96±1,63	6,89	15,5	10,6±1,58	7,50	13,3	7,59±0,86	4,74	11,1
PDI	17,8±4,61	10,4	32,5	15,2±2,29	10,2	21,1	21,9±4,53	13,0	32,2
AU	0,02±0,05	0,00	0,31	0,03±0,04	0,00	0,17	0,02±0,03	0,00	0,12
KOH	81,3±3,18	73,1	89,2	85,7±2,54	80,3	91,2	87,7±3,62	80,8	95,3
AIT	2,69±0,68	1,47	4,60	2,71±0,53	1,90	4,50	3,61±0,73	2,30	5,40
UIT	5,01±1,28	2,44	8,70	5,14±0,89	3,60	8,00	6,49±1,29	4,31	9,40
MET	0,64±0,02	0,60	0,66	0,62±0,01	0,60	0,65	0,66±0,01	0,63	0,69
CYS	0,72±0,02	0,65	0,75	0,69±0,02	0,62	0,71	0,73±0,01	0,70	0,75
LYS	2,85±0,08	2,65	2,97	2,84±0,09	2,76	3,08	2,95±0,04	2,76	3,04
THR	1,84±0,05	1,71	1,91	1,82±0,04	1,77	1,95	1,87±0,03	1,78	1,94
TRP	0,64±0,02	0,60	0,67	0,63±0,02	0,61	0,68	0,66±0,01	0,62	0,67
ARG	3,39±0,11	3,11	3,55	3,45±0,11	3,33	3,72	3,49±0,07	3,27	3,66
ILE	2,13±0,06	1,97	2,24	2,14±0,09	2,07	2,42	2,16±0,04	2,02	2,28
LEU	3,57±0,10	3,30	3,71	3,58±0,13	3,46	3,95	3,63±0,06	3,42	3,75
VAL	2,25±0,07	2,08	2,38	2,24±0,08	2,17	2,48	2,28±0,04	2,16	2,38
HIS	1,27±0,03	1,19	1,32	1,25±0,03	1,21	1,32	1,29±0,02	1,21	1,32
PHE	2,39±0,06	2,23	2,50	2,41±0,08	2,34	2,62	2,42±0,05	2,28	2,52

Los resultados permiten concluir que la variación en la composición y calidad del tratamiento térmico de las HS de los distintos países productores se explica mediante 4 PC, independientes entre sí, definidas por los niveles de PB (PC1), fibra insoluble y AAE limitantes (PC2), calidad de la PB (PC3) y MS y EE (PC4).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytical Chemists International. 2000. *Official Methods of Analysis of the AOAC International*. 17ª edición. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
- De Coca-Sinova, A., Valencia, D. G., Jiménez-Moreno, E., Lázaro, R. y Mateos, G. G. 2008. *Poultry Sci.* 87: 2613-2623.
- Fontaine, J., Hörr, J. y Schirmer, B. 2001. *J. Agric. Chem.* 49: 57-66.
- Karr-Lilienthal, L.K., Grieshop, C.M., Merchen, N.R., Mahan, D.C. y Fahey, G. Jr. 2004. *J. Agric. Food Chem.* 52: 6193-6199.
- Statistical Analysis Systems Institute. 1990. *SAS user's guide: statistics*. Versión 6, 4ª edición. Cary, NC: SAS Institute, Inc, EEUU.

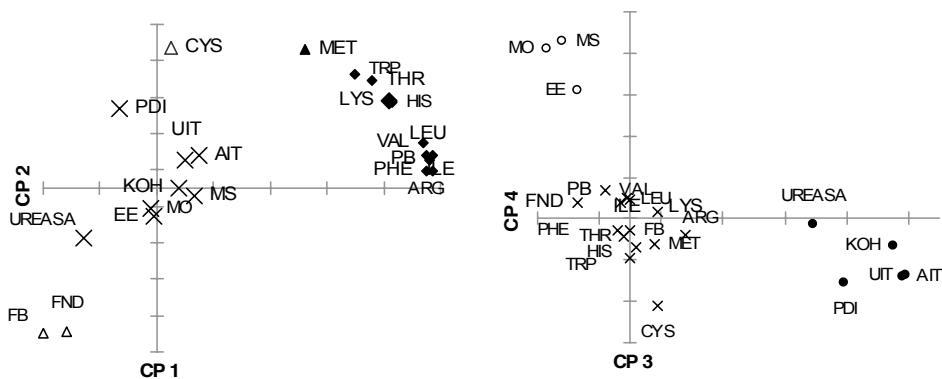


Figura 1. Representación bidimensional de las variables en el plano definido por las CP.

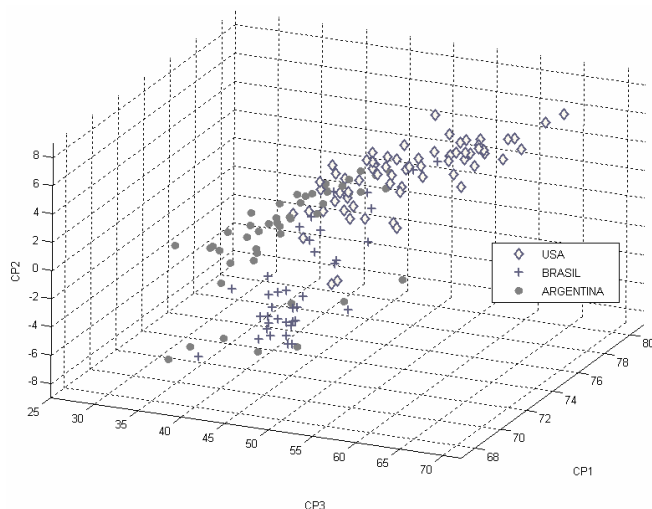


Figura 2. Proyección de las harinas soja por países de procedencia en el espacio definido por las 3 primeras CP.

USE OF PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS TO INVESTIGATE THE ORIGIN OF SOYBEAN MEAL

ABSTRACT: The composition and protein quality of 155 soybean meals (SBM) from different countries, Argentina (ARG), Brazil (BRA) and USA, were determined by analytical methods using 22 variables. Principal component (PC) analysis was carried out in order to illustrate the relationships among them and to distinguish the SBM samples on the basis of their origin. Four PC explained about 84% of total variability: crude protein content define the PC1, insoluble fiber and AAE (Lys, Met, Cys, Thr and Trp) the PC2, trypsin inhibitor activity and protein solubility the CP3, and dry matter and ether extract the PC4. The distribution of the samples on the axis of the first three PCs did not allow a clear identification of the three origins of SBM, but provided useful information about variability of SBM quality between origins.

Keywords: soybean meal, quality, origin, principal component analysis.