

MATERIAS PRIMAS
ALTERNATIVAS EN
NUTRICIÓN PORCINA

1. Guisantes

2. Granos secos de
destilería con solubles▶ 3. Nuevos derivados
de la soja

Hans H. Stein

Department of
Animal Sciences
University of Illinois

Imágenes Sois

Nuevos derivados de la soja

Sois

El objetivo de la tercera y última entrega de este curso es revisar los actuales conocimientos sobre nuevos derivados de la soja que están disponibles para la industria de alimentación animal, como resultado de los cambios en la composición genética de las plantas y el procesamiento tras su recolección.

Los nuevos derivados de la soja que están disponibles para la industria de piensos incluyen productos obtenidos a partir de nuevas variedades de esta leguminosa, así como otros que son el resultado de novedosas tecnologías de procesamiento aplicadas a la planta recolectada. Las nuevas variedades de soja se producen mediante la modificación de su composición genética a través de la utilización de herramientas biotecnológicas (soja genéticamente modificada, soja OGM) o del empleo de técnicas tradicionales de selección (Stein *et al.*, 2008).

La modificación genética mediante la biotecnología se centró en un principio en modificar parámetros de entrada con la inserción de genes que interfieren en la tolerancia al glifosfato en la planta (soja *roundup ready*), mientras que la selección genética tradicional se empleaba de forma inicial para reforzar parámetros de salida (Parsons, 2000). La modificación de los parámetros de entrada no cambia el valor nutricional de la soja o la harina de soja (Cromwell *et al.*, 2002).

Sin embargo, la modificación de los parámetros de salida sí que puede cambiar la composición de las semillas, así como el valor nutricional de su harina (Baker y Stein, 2008; Cervantes-Palm y Stein, 2008). Así mismo, la introducción de nuevas tecnologías de procesamiento que se aplican a la soja después de la recolección puede suponer cambios en la composición y el valor nutricional de la harina de soja que se produce.

COMPOSICIÓN DE LA SOJA Y LA HARINA DE SOJA

La soja convencional contiene aproximadamente un 41% de proteína bruta sobre materia seca (MS), un 5% de cenizas, un 18% de grasa hidrolizada por ácidos y un 34% de carbohidratos (tabla 1; Grieshop *et al.*, 2003). Aproximadamente, el 44% de los carbohidratos es no estructural (Grieshop *et*

al., 2003). La concentración de glucosa libre, galactosa y fructosa es baja, pero la soja contiene de un 4 a un 5% de sacarosa, de un 4 a un 5% de oligosacáridos y de un 3 a un 4% de ácido urónico (sobre MS). Los oligosacáridos son α -galactósidos y se componen principalmente de estaquiosa, aunque la soja también contiene rafinosa y verbascosa, pero en una concentración de menos del 1% (Grieshop *et al.*, 2003).

La mayor parte de la grasa se elimina durante el prensado, lo que supone que haya una concentración reducida de polisacáridos no amiláceos en la harina de soja (tabla 1; Grieshop *et al.*, 2003). Por el contrario, la harina de soja contiene más proteína, más cenizas, y más carbohidratos no estructurales que el haba de soja (aproximadamente el 54%, el 7,5% y el 20%, sobre materia seca, respectivamente).

La concentración de α -galactósidos en la harina de soja está entre un 6% y un 7% (sobre MS), y la estaquiosa se encuentra habitualmente entre el 80% y el 85% de todos los α -galactósidos. Sobre MS, la harina de soja también contiene de un 6% a un 7% de sacarosa y del 3% al 4% de ácido urónico (Grieshop *et al.*, 2003).

MODIFICACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA SOJA

La mayor parte de los esfuerzos en términos de cambio de composición de la soja se han dirigido a incrementar la concentración de proteína y reducir la de oligosacáridos en las semillas. Se han introducido nuevas variedades de soja de elevado nivel de proteína que contiene del 45 al 48% de proteína bruta (sobre el total), y la concentración de aminoácidos en estas semillas con alta cantidad de proteína está incrementada en el mismo grado que la con-

centración de proteína bruta (tabla 2; Cervantes-Pahm y Stein, 2008).

La digestibilidad ileal estandarizada de los aminoácidos en soja con elevada proteína con toda su grasa es similar a la de la soja convencional con toda su grasa (tabla 3), lo que significa que la concentración de aminoácidos digestibles en la soja con elevada proteína está aumentada en el mismo grado que la concentración de aminoácidos totales.

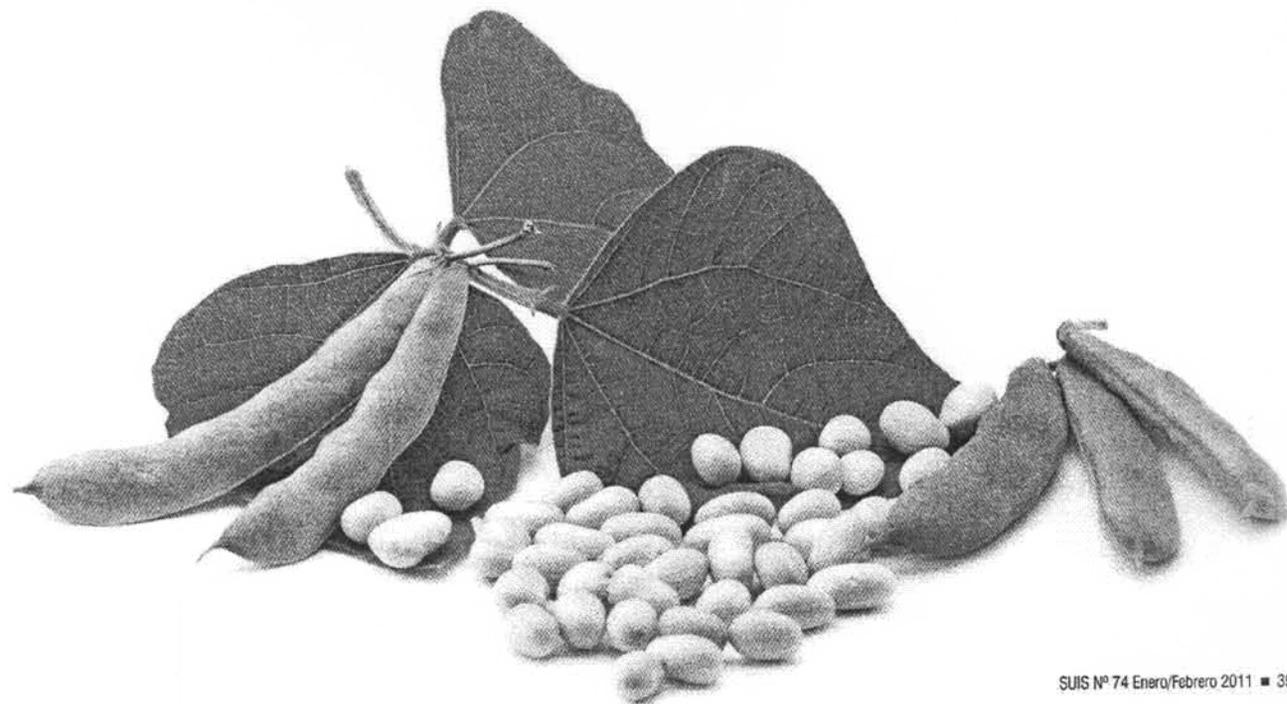
Cuando se prensa la soja con elevada proteína, se produce una harina de soja que contiene un 56-58% de proteína bruta (sobre el total; tabla 2; Baker y Stein, 2008). Esta harina de soja contiene aproximadamente un 3,5% de lisina y la digestibilidad ileal estandarizada de los aminoácidos en la harina de soja de elevada proteína es comparable a la digestibilidad de los aminoácidos en la harina de soja convencional (tabla 3). La concentración de aminoácidos digestibles en la harina de soja de elevada proteína, por tanto, está aumentada en el mismo grado que la concentración total de aminoácidos. Además, dado el incremento de concentración de proteína, la harina de soja de proteína elevada también tiene una mayor concentración de energía digestible y metabolizable en comparación con la harina de soja convencional (Baker y Stein, 2008).

Para reducir el impacto negativo de los α -galactósidos que están presentes en la soja y la harina de soja normal producida a partir de soja convencional se han seleccionado nuevas legumbres con una baja concentración de oligosacáridos. La harina de soja obtenida a partir de estas variedades tiene un nivel más bajo de oligosacáridos, pero una mayor

Tabla 1. Composición (en tanto por ciento) de la soja y de la harina de soja (adaptado de Grieshop *et al.* 2003).

	Soja	Harina de soja
Materia seca	89,6	89,0
Proteína bruta	41,3	54,2
Lípidos totales	18,6	4,4
Cenizas	5,5	7,5
Hidratos de carbono	34,6	33,9
Polisacáridos distintos de almidón	20,2	14,1
Hidratos de carbono no estructurales	14,4	19,8
Azúcares	0,8	-
Sucrosa	4,8	6,6
Oligosacáridos	4,5	6,4
Rafinosa	0,62	1,18
Estaquiosa	3,75	4,98
Verbascosa	0,16	0,22
Ácido úrico	3,4	3,7

concentración de proteína bruta y aminoácidos que la soja convencional (Baker y Stein, 2008). La digestibilidad ileal estandarizada de los aminoácidos en la harina de soja procedente de estas variedades es comparable con la de la harina de soja convencional (Baker y Stein, 2008). Así mismo, la concentración de energía digestible y metabolizable en harina de soja de este tipo es similar a la de la harina de soja convencional (Baker y Stein, 2008).



Lys	92,5	90,0	93,0	90,1
Met	92,2	89,3	94,0	88,6
Phe	90,7	88,6	93,7	88,7
Thr	86,4	85,5	87,6	85,3
Trp	89,4	93,8	90,1	89,6
Val	89,0	86,8	91,7	86,8
Aminoácidos no esenciales				
Ala	91,1	85,0	92,7	84,9
Asp	89,7	86,0	91,0	86,1
Cys	85,0	83,0	84,9	82,9
Glu	90,7	87,7	91,0	87,5
Gly	89,2	88,2	93,9	88,1
Pro	153,7	114,4	153,6	117,1
Ser	88,6	89,0	91,1	89,2
Tyr	90,9	88,7	93,6	88,3

los antígenos, los factores antinutricionales, los oligosacáridos y los azúcares se eliminan de la harina de soja durante la fermentación (tabla 4; Hong *et al.*, 2004; Yang *et al.*, 2004; Pahm, 2008). También las proteínas se hidrolizan durante la fermentación, lo que supone un tamaño reducido de los péptidos en comparación con la harina de soja convencional (Hong *et al.*, 2004). Este tipo de derivados contiene aproximadamente un 10% más de proteína que la harina de soja convencional, pero la secuencia de aminoácidos es similar a la que presenta esta última (tabla 5, Pahm, 2008).

Su inclusión en las dietas de transición con el mismo gasto que la harina convencional mejora los rendimientos de los cerdos (Feng *et al.*, 2007). Por ello, es posible emplear harina de soja fermentada como sustituto de proteínas de origen animal más caras.

Haba de soja extrusionada

El haba de soja puede utilizarse en dietas para los cerdos siempre que haya sido tratada previamente por calor. El desarrollo de maquinaria para extrusionar relativamente pequeña (adecuada para una explotación) hace que la extrusión del haba de soja y su posterior uso como una posible opción para los productores.

La harina de soja extrusionada con toda su grasa resulta un excelente ingrediente para piensos que puede usarse en dietas para todos los tipos de cerdos.

La concentración de energía en las habas extrusionadas es mayor que en la harina de soja, debido a la mayor concentración de aceite (Woodworth *et al.*, 2001). De modo que las dietas que incluyen habas extrusionadas suelen contener más energía que

Tabla 5. Digestibilidad ileal estandarizada (%) de la harina de soja, un derivado de soja tratado con enzimas y otro derivado de soja fermentado (Pahm, 2008).

	Harina de soja	Derivado tratado con enzimas ¹	Derivado fermentado ²
Proteína bruta	80,3	92,2	82,2
Aminoácidos esenciales			
Arg	90,9	98,2	93,5
His	84,0	88,9	84,4
Ile	82,9	89,8	85,8
Leu	82,0	89,3	85,4
Lys	79,2	88,3	77,2
Met	85,5	92,2	88,3
Phe	84,1	91,9	87,2
Thr	77,4	85,8	78,5
Trp	84,8	87,5	83,5
Val	81,9	89,5	84,3
Aminoácidos no esenciales			
Ala	77,0	88,7	81,0
Asp	79,5	88,3	81,7
Cys	73,4	85,2	69,7
Glu	81,1	93,7	84,2
Gly	65,0	94,9	74,6
Pro	120,7	149,4	132,5
Ser	82,5	89,4	82,2
Tyr	86,1	92,1	87,7

¹HP 300 (Hamlet Protein, Horsens, Dinamarca)

²PepSoyGen (NutraFerm, North Sioux City, SD)

yen a la harina de soja en raciones para cerdos en cebo-finalización sin ningún impacto negativo en el rendimiento de los cerdos (Leszczynski *et al.*, 1992), pero la firmeza del vientre puede reducirse si se emplea este ingrediente en el periodo de finalización. Sin embargo, si se ofrece a los cerdos una dieta que no contiene haba de soja extrusionada durante las últimas tres semanas antes del sacrificio, la calidad del vientre no se ve perjudicada (Leszczynski *et al.*, 1992). Las habas de soja extrusionadas también pueden emplearse en piensos para cerdas y, potencialmente, pueden sustituir a toda la harina de soja en las raciones de gestación y lactación.

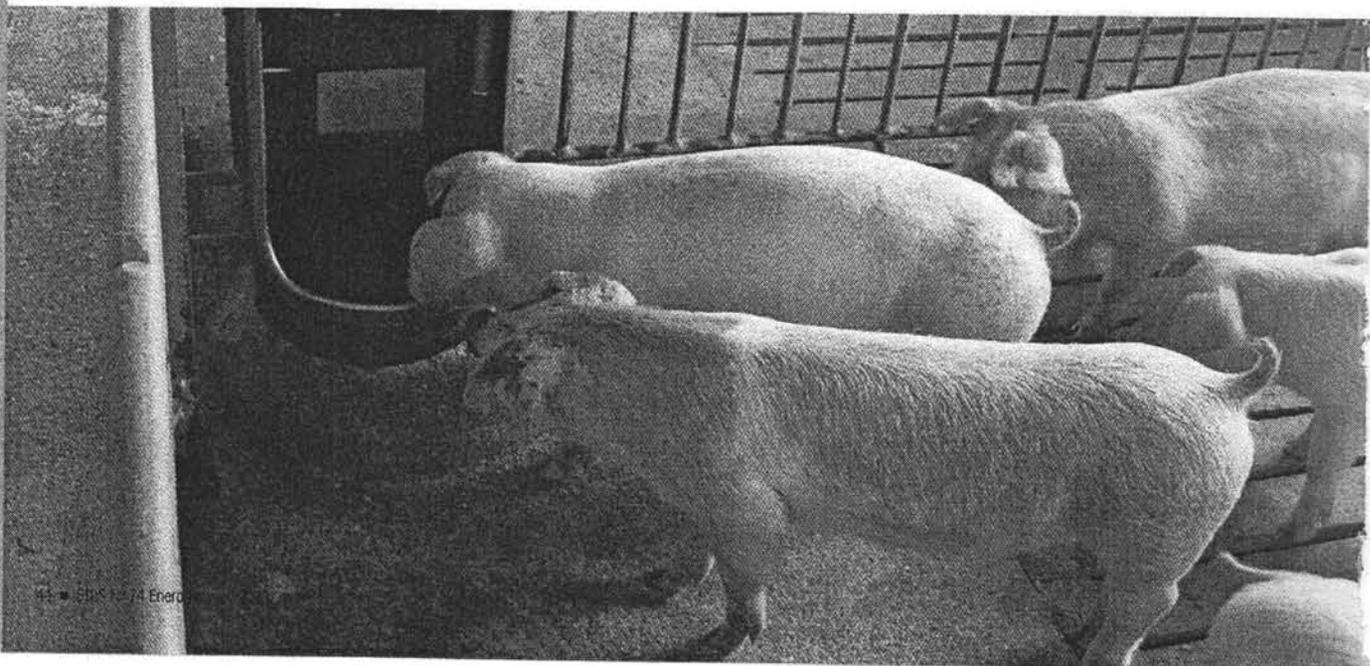
CONCLUSIONES

Las nuevas variedades de soja, así como las nuevas tecnologías para el procesado del haba y la harina de soja, han supuesto el desarrollo de varios nuevos productos de esta leguminosa por parte de la industria de piensos.

■ Así, existe la harina de soja con alta concentración proteica, que contiene un 56% de proteína bruta y un 3,5% de lisina. Esta materia prima ofrece la oportunidad de incluir menos harina de soja en las dietas para los cerdos sin reducir la inclusión de aminoácidos digestibles. Este ingrediente también incluye más energía digestible y metabolizable que la harina de soja convencional.

■ Por su parte, la harina de soja obtenida a partir de haba de soja baja en oligosacáridos contiene más aminoácidos, pero menos oligosacáridos que la harina de soja convencional. Por ello, este ingrediente podría ser mejor tolerado por los animales jóvenes, aunque todavía no se han realizado experimentos al respecto.

■ El procesado de la soja una vez recolectada, a través de fermentación o enzimas, elimina los an-



tígenos junto con los oligosacáridos y azúcares en la harina de soja. Esto supone una harina de soja de alto contenido en proteína sin propiedades antigénicas, que se cree que es mejor tolerada por los cerdos jóvenes. Así, estas nuevas fuentes de harina de soja podrían emplearse en dietas para estos animales y, de esta forma, reducir la necesidad de emplear proteínas de origen animal.

■ Las habas de soja extrusadas podrían emplearse para todos los tipos de cerdo y, a menudo, suponen una mejora en los rendimientos en comparación con las dietas que contienen harina de soja. Sin embargo, dado el riesgo de reducir la firmeza del vientre, se recomienda que las habas de soja extrusadas se eliminen de la dieta durante las últimas tres semanas previas al sacrificio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Primera parte

- Bengala Freire, J., A. Aumaitre, and J. Peiniau. 1991. Effects of feeding raw and extruded peas on ileal digestibility, pancreatic enzymes and plasma glucose and insulin in early weaned pigs. *J. Anim. Phys. Anim. Nutr.* 65:154-164.
- Canibe, N., and K. E. Bach Knudsen. 1997. Digestibility of dried and toasted peas in pigs. 1. Ileal and total tract digestibilities of carbohydrates. *Anim. Feed Sci. Technol.* 64:293-310.
- Fan, M. Z., and W. C. Sauer. 1995. Determination of apparent ileal amino acid digestibility in peas for pigs with the direct, difference and regression methods. *Livest. Prod. Sci.* 44:61-72.
- Fan, M. Z., and W. C. Sauer. 1999. Variability of apparent ileal amino acid digestibility in different pea samples for growing-finishing pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 79:467-475.
- Gatel, F., G. Baron, and M. Lauliet. 1987. Utilization du pois protéagineux par la truie en gestation-lactation. *Journées Rech. Porcine en France.* 19:223-230.
- Grala, W., M. W. A. Verstegen, A. J. M. Jansman, J. Huisman, and P. van Leeuwen. 1999. Apparent protein digestibility and recovery of endogenous nitrogen at the terminal ileum of pigs fed diets containing various soyabean products, peas or rapeseed hulls. *Anim. Feed Sci. Technol.* 80:231-245.
- Grosjean, F., D. Bastianelli, A. Bourdillon, P. Cernéau, C. Jondreville, and C. Peyronnet. 1998. Feeding value of pea (*Pisum sativum*, L.) 2. Nutritional value in the pig. *Anim. Sci.* 7:621-625.
- Helander, E., M. Nasi, and P. Partanen. 1996. Effects of supplementary *Aspergillus niger* phytase on the availability of plant phosphorus, other minerals, and nutrients in growing pigs fed on high pea diets. *J. Anim. Phys. Anim. Nutr.* 76:66-79.
- Jongbloed, A. W., and Kamme, P. A. 1990. Apparent digestible phosphorus in the feeding of pigs in relation to availability, requirement and environment. 1. Digestible phosphorus in feedstuffs from plant and animal origin. *Netherlands J. Agric. Sci.* 36:567-575.
- Landblom, D. G. 2002. Field peas in swine diets. Page 17-21 in: *Feeding Field Peas to Livestock*. EB-76. NDSU Extension Service, North Dakota State University, Fargo, ND.
- Landblom, D. G., and W. W. Poland. 1998. Supplementing grain energy sources with field peas and full-fat canola seed in swine growing-finishing diets. In: *Dickinson Research Extension Center Annual Report*. North Dakota State University, Fargo, ND.
- le Guan, M. P. J. Huisman, and M. W. A. Verstegen. 1995. Partition of the amino acids in ileal digesta from piglets fed pea protein diets. *Livest. Prod. Sci.* 44:169-178.
- NRC. 1998. Pages 110-142 in *Nutrient Requirements of Swine*. Tenth rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington DC.
- Owusu-Astiedu, A., S. K. Baidoo, and C. M. Nyachoti. 2002. Effect of heat processing on nutrient digestibility in pea and supplementing amylase and xylanase to raw, extruded, or micronized pea-based diets on performance of early weaned pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 82:367-374.
- Stein, H. H., and R. A. Bohike. 2007. The effect of thermal treatment of field peas (*Pisum sativum* L.) on nutrient and energy digestibility by growing pigs. *J. Anim. Sci.* 85:1424-1431.
- Stein, H. H., and D. N. Peters. 2008. Effects of including field peas in diets fed to weaning pigs. *J. Anim. Sci.* 86(Suppl. 1): 448 (Abstr.)
- Stein, H. H., G. Benzoni, R. A. Bohike, and D. N. Peters. 2004. Assessment of the feeding value of South Dakota grown field peas (*Pisum sativum* L.) for growing pigs. *J. Anim. Sci.* 82:2568-2578.
- Stein, H. H., M. G. Boersma, and C. Pedersen. 2006a. Apparent and true total tract digestibility of phosphorus in field peas (*Pisum sativum* L.) by growing pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 86:523-525.
- Stein, H. H., A. K. R. Everts, K. K. Sweeter, D. N. Peters, R. J. Maddock, D. M. Wulf, and C. Pedersen. 2006b. Influence of dietary field peas on pig performance, carcass quality, and the palatability of pork. *J. Anim. Sci.* 84:3110-3117.
- Sun, T., H. N. Lærke, H. Jørgensen, and K. E. Bach Knudsen. 2006. The effect of extrusion cooking of different starch sources on the in vitro and in vivo digestibility in growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131:66-85.
- van Barneveld, R. J., and E. S. Batterham. 1994. The effect of heat on amino acids for growing pigs. 2. Utilization of ileal digestible lysine from heat treated field peas (*Pisum sativum* cultivar Dundale). *Br. J. Nutr.* 77:243-256.
- von Leitgeb, R. K., Feichtinger, E., Lafer, W., Eisensteiner, and F. Leitner-F. 1994. Einsatz von Erbsen (*Pisum sativum* L.) in der Zuchtsauen- und Ferkelfütterung. *Bödenkultur.* 45:155-161.
- Zijlstra, R. T., J. F. Patience, S. L. Fairbairn, D. A. Gillis, and D. L. Whittington. 1998. Variation in the digestible energy content of field peas for grower pigs. *J. Anim. Sci.* 76 (Suppl. 1): 63 (Abstr.)

Segunda parte

- Cook, D., N. Paton, and M. Gibson. 2005. Effect of dietary level of distillers dried grains with solubles (DDGS) on growth performance, mortality, and carcass characteristics of grow-finish barrows and gilts. *J. Anim. Sci.* 83(Suppl. 1): 335 (Abstr.)
- Cromwell, G. L., K. L. Herkelman, and T. S. Stahly. 1993. Physical, chemical, and nutritional characteristics of distillers dried grain with solubles fed to chicks and pigs. *J. Anim. Sci.* 71:679-686.
- DeDecker, J. M., M. Ellis, B. F. Wolter, J. Spencer, D. M. Weber, C. R. Bertelsen, and B. A. Peterson. 2005. Effects of dietary level of distillers dried grains with solubles and fat on the growth performance of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 83(Suppl. 2): 79 (Abstr.)
- Fastinger, N. D., and D. C. Mahan. 2006. Determination of the ileal amino acid and energy