



# Efectos del tratamiento de la harina de soja sobre la digestibilidad de los aminoácidos en cerdos en crecimiento

González-Vega JC<sup>1</sup>, Kim BG<sup>1</sup>, Htoo JK<sup>2</sup>, Lemme A<sup>2</sup> y Stein HH<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Animales de la Universidad de Illinois, Urbana

<sup>2</sup> Evonik Industries, Hanau, Alemania

Publicado en *Journal of Animal Science*, 2011, 89:3617-3625.

Doi: 10.2527/jas.2010-3465

Traducido por: Belén González López. Departamento de Formulación de Nutega, S. L.

## Resumen

El tratamiento térmico de la harina de soja (SBM) es necesario para reducir la concentración de inhibidores de la tripsina, pero un exceso de tratamiento de calor puede reducir la concentración AA y la digestibilidad de estos, porque pueden ser destruidos por la reacción de Maillard. El objetivo del presente trabajo fue determinar los efectos sobre la digestibilidad ileal, tanto aparente como estandarizada, de los AA que puede tener el tratamiento térmico en la harina de soja. Para el estudio, se utilizó como fuen-

te de PB harina de soja convencional decortada (48% PB) que se dividió en 4 lotes: 1 lote no se sometió a tratamiento térmico; 1 lote fue tratado en autoclave a 125° C durante 15 minutos; 1 lote fue tratado en autoclave a 125° C durante 30 minutos y 1 lote fue secado al horno a 125° C durante 30 minutos.

Se formularon 4 dietas con harina de soja como única fuente de AA y una dieta libre de nitrógeno que fue utilizada para estimar las pérdidas endógenas basales. En diez animales con un peso inicial de 25,3 ± 2,0 kg, se introdujo individualmente una T-cánula

en el íleon distal. Los cerdos fueron asignados a los tratamientos en una replica 5x5 según el diseño cuadrado latino con 5 dietas y 5 períodos. Cada período duró 7 días y el contenido ileal se recogió el día 6 y 7 de cada período. Los resultados del experimento indicaron que tanto la digestibilidad ileal, aparente y estandarizada, de la PB como del resto de AA disminuyó linealmente ( $p < 0.01$ ) a medida que el tiempo de exposición en el autoclave aumentaba de 0 a 30 minutos. La concentración de furosina y el cambio de color son indicativos de que en la muestra de harina de soja que se trató en autoclave a  $125^\circ$  durante 30 minutos se habían producido reacciones de Maillard. Por el contrario, en la muestra que se había secado en el horno a  $125^\circ$  durante 30 minutos no se apreciaron dichos indicadores; por lo tanto en este tratamiento no se habían producido dichas reacciones.

## Comentario Nutega

La soja cruda contiene factores antinutricionales, tales como inhibidores de la proteasa, que reducen el rendimiento de los animales (Baker, 2000). El tratamiento con calor mejora el valor nutricional de la soja y harina de soja (SBM), ya que desnaturaliza la estructura de la proteína nativa y de la tripsina, destruyendo así inhibidores y otros factores antinutricionales que pueden estar presentes en la soja cruda (Liener, 1994; Purushotham et al, 2007; Goebel y Stein, 2011). Sin embargo, el excesivo tratamiento térmico puede acabar en la destrucción de AA que son biológicamente disponibles, dando lugar a la formación de productos provenientes de la reacción de Maillard (Ford, 1973; Pahm et al, 2008). La Reacción de Maillard implica la condensación del grupo  $\text{NH}_2$  de un AA con un azúcar reductor, y entre todos los AA, la Lys al contener una exposición libre del grupo -grupo  $\text{NH}_2$  que reacciona con el grupo carbonilo de un azúcar reductor, es más susceptible a desarrollar la reacción de Maillard (Pahm et al, 2008). El producto de condensación que se forma durante esta reacción es el compuesto deoxyketosyl, la principal forma de bloqueo de la Lys (Hurrell y Carpenter, 1981). El calentamiento adicional de la harina de soja (SBM) puede producir un aumento de productos de reacción de Maillard, tales como premelanoidinas que pueden reaccionar con otros AA y hacer que estos AA no estén disponibles (Ford 1973; Hurrell 1990).

Las concentraciones de MS, cenizas y el PB fueron similares en las 4 muestras de soja, independientemente del tratamiento térmico. Sin embargo, tanto las concentraciones de Arg, Lys, y Cys, como



la relación Lys:PB, si se vieron alteradas como se muestra en la tabla adjunta.

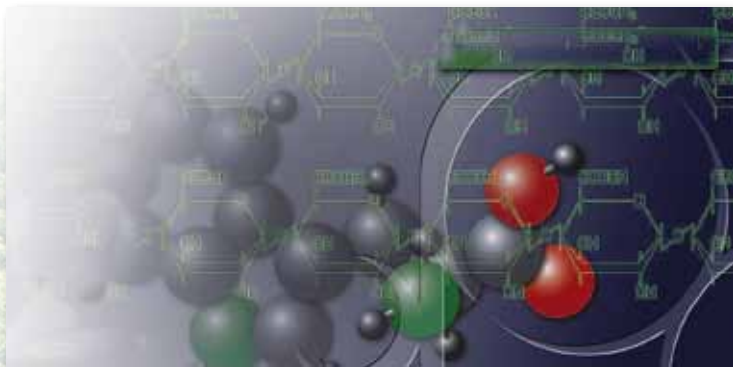
**Tabla 1:** Composición química de la harina de soja después del tratamiento térmico

| TRATAMIENTO TÉRMICO |                 |                             |                             |                        |
|---------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|
| AA, %               | Sin tratamiento | Autoclave a $125^\circ/15'$ | Autoclave a $125^\circ/30'$ | Estufa $125^\circ/30'$ |
| Arg                 | 3,640           | 3,530                       | 3,400                       | 3,680                  |
| Lys                 | 3,050           | 2,830                       | 2,690                       | 3,070                  |
| Cys                 | 0,710           | 0,650                       | 0,620                       | 0,730                  |
| <b>Ratio %</b>      |                 |                             |                             |                        |
| Lys:PB              | 6,290           | 5,750                       | 5,570                       | 6,460                  |
| Furosina, %         | 0,015           | 0,023                       | 0,026                       | 0,016                  |
| L*                  | 77,700          | 61,800                      | 52,500                      | 77,400                 |
| a*                  | 3,400           | 10,000                      | 12,500                      | 2,900                  |
| b*                  | 30,400          | 29,100                      | 30,500                      | 30,900                 |

L\*: luminosidad; a\*: rojez; b\*: amarillez.

Al interpretar los resultados obtenidos, se observó como la mayor disminución, tanto en la composición de AA como en el ratio Lys: PB, tuvo lugar en la muestra de harina de soja sometida al tratamiento en autoclave a  $125^\circ$  durante 30 minutos. Sin embargo, estos parámetros se mantuvieron prácticamente inalterables en la muestra sometida al tratamiento en horno a  $125^\circ$  durante 30 minutos respecto de la muestra que no fue sometida a ningún tratamiento. Además de estos cambios se observaron cambios en el color, apareciendo pigmentos marrones, indicadores de una reacción de Maillard.

En cuanto a los resultados obtenidos de luminosidad y cambio de color, se puede apreciar cómo en el tratamiento en autoclave a  $125^\circ$  durante 30 minutos



se produce una disminución del nivel de luminosidad y un aumento de los niveles de rojo y amarillo, con respecto a la muestra tratada en estufa, que prácticamente se mantiene inalterable.

Otro parámetro muy interesante de estudio es la concentración en Furosina, como se puede ver en la *tabla 1*, al igual que ocurre con el resto de parámetros analizados anteriormente, la mayor concentración se encuentra en la muestra tratada en autoclave durante más tiempo.

En las reacciones de Maillard, la formación de un deoxyketosyl continúa hacia la formación de pigmentos marrones o melanoidinas. Por esta razón, se produjo un cambio de color que se observó en las muestras de harina de sojas sometidas al tratamiento en autoclave. Por lo que parece que la temperatura a la que una muestra pueda ser dañada por el calor depende, no sólo del tipo de calor que se aplica y la longitud de calentamiento, sino también de la muestra que está siendo tratada.

En el tratamiento en autoclave influyen la presión, la humedad y alta temperatura, mientras que el secado del horno sólo es un tratamiento térmico. Los mayores efectos sobre el AID y el SID de todos los AA se producen en el tratamiento en autoclave, debido a la presión y la humedad que están asociados a este tratamiento. Los aminoácidos son menos estables en una mayor presión (Qian et al, 1993), y la velocidad de reacción entre el grupo amino de AA y glucosa aumenta si la humedad se incrementa (Schwartz y Lea, 1952). El desarrollo de reacciones de Maillard depende de la actividad del agua, temperatura, pH, tiempo de calefacción y el tipo y la disponibilidad de los reactivos (Rufián-Henares et al, 2009; Jaeger et al, 2010). Las condiciones favorables para el desarrollo de reacciones de Maillard son contenido intermedio de humedad, temperaturas superiores a 50° y el pH entre 4 y 7 (Ramires-Jiménez et al, 2001).

El color marrón que se observó en las muestras tratadas en autoclave es indicativo de la formación de productos de reacciones de Maillard (melanoidinas). Sin embargo, la muestra sometida al tratamiento de secado en estufa tenía un color más claro, lo que indica que no hay desarrollo de reacción de Maillard (Hurrell, 1990), debido al bajo contenido en humedad.

La furosina es un producto de degradación que se produce en las reacciones de Maillard. Es un ácido hidrolizado y se cree que aproximadamente el 32% de toda la Lys que es bloqueada se convierte en furosina durante hidrólisis ácida (Pahm et al, 2008). Por tanto, es posible calcular la cantidad de Lys que es bloqueada al medir la cantidad de furosina presente en la muestra (Pahm et al, 2008). Este procedimiento de cálculo de furosina se ha utilizado para medir el daño producido por los tratamientos de calor en productos lácteos en polvo (Campos Giménez et al, 2004), pero este procedimiento también se ha utilizado con éxito para estimar el grado de daño por calor en los DDGS.

No existen datos previos sobre la concentración de furosina en la harina de soja, pero los resultados actuales (*Tabla 1*) indican que la concentración de furosina aumenta a medida que la muestra es dañada por el calor. El grado de daño por calor en una muestra también puede estudiarse mediante el cálculo de la relación Lys:PB porque la concentración de Lys, pero no la concentración de la PB, se reduce si la muestra se daña por el calor (Stein et al., 2009). Los valores de la relación Lys:PB en la harina de soja disminuyó a medida que el tiempo de tratamiento en el autoclave fue aumentando.

En conclusión, el tratamiento en autoclave de las harinas de soja a 125° C, en el que se aplica tanto humedad como presión a la muestra, reduce las concentraciones de Arg, Lys, y Cys, así como la digestibilidad ileal, aparente y estandarizada, de los AA. Por el contrario, el tratamiento térmico en el horno a 125° C durante 30 minutos no hace reducir sustancialmente la concentración y digestibilidad de AA en las muestras de harinas de soja. Así, el tratamiento térmico debe ser optimizado para evitar la reducción de la digestibilidad de los AA. Las mediciones de color, concentración de furosina, análisis de las concentraciones de AA y los cálculos de la relación Lys:PB son procedimientos que se pueden utilizar para evaluar el grado de daño producido por los tratamientos térmicos en la harina de soja.