

SOJA

SOY

Leonor Carrillo

Profesora Emérita. Cátedra de Microbiología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJU). Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina. (C.P. 4600)

***Autor para correspondencia:**
carrillojujuy@gmail.com

Licencia:
[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:
Julio 2022

Historial:
Recibido: 21/09/2021
Aceptado: 08/04/2022

RESUMEN

Los granos de soja poseen compuestos antinutricionales (lectinas y saponinas) y otros con acción estrogénica (isoflavonas). Los efectos adversos han surgido principalmente de los estudios epidemiológicos en animales o in vitro. A esto se suma la distorsión respecto a sus ventajas nutritivas en la promoción de su uso. Los riesgos o beneficios dependen de la edad, el estado de salud y el nivel de consumo.

Palabras clave: isoflavonas, lectinas, saponinas, soja.

ABSTRACT

Soybeans have antinutritional compounds (lectins and saponins) and others with estrogenic action (isoflavones). Adverse effects have arisen mainly from epidemiological studies in animals or in vitro. The distortion regarding its nutritional advantages in the promotion of its use is added. The risks or benefits depend on age, health status and consumption level.

Keywords: isoflavones, lectins, saponins, soy.

INTRODUCCIÓN

La ausencia de una tradición cultural alimentaria en lo referente al uso de productos derivados de la soja en la Argentina, lleva al desconocimiento de las dificultades que presenta la preparación de alimentos a base de los porotos de soja debido a los compuestos antinutrientes y otros con acción estrogénica que posee. A esto se suma la promoción indebida de la soja en comedores comunitarios y la distorsión respecto a sus ventajas nutritivas, así como falta de información sobre las recomendaciones de restricción de uso en menores de 5 años (Digón, 2008).

COMPOSICIÓN

La mayoría de los cultivares de soja (*Glycine max*) tienen granos amarillos. Los granos de color marrón o negro acumulan antocianinas u otros compuestos fenólicos que contribuyen a su alta resistencia al estrés (Kiprovski *et al.* 2019).

Los carbohidratos de la soja constituyen aproximadamente el 30% de la semilla, con un 15% de carbohidratos solubles (sacarosa, rafinosa, estaquiosa) y un 15% de carbohidratos insolubles (fibra dietética). El contenido de proteínas va de 36% a 46% dependiendo de la variedad, siendo mayor que las otras legumbres. La β -conglucina y la glicina representan aprox. el 80% del contenido total de proteínas. Los lípidos comprenden aproximadamente 15% de grasas saturadas, 61% de grasas poliinsaturadas y 24% de grasas saturadas (Cederroth & Nef, 2009). La lecitina es un éster fosfórico de colina enlazada con diferentes ácidos (esteárico, palmítico, oleico) que, en condiciones comerciales, tiene algo más del 2 % de fósforo (Dersjant Li YM, Peisker M. 2005). Tiene un alto contenido de fitatos (9,2-16,7 mg/g) (Kumar *et al.*, 2010).

El grano crudo es la fuente más importante de isoflavonas con actividad estrogénica (fitoestrógenos) pues contiene entre 2 y 4 mg /g. Los alimentos de soja difieren en la concentración de isoflavonas siendo la harina, el tofu y la "leche" de soja, entre otros, fuentes ricas de isoflavonas y el aislado de proteínas presenta menores cantidades. La lecitina y el aceite de soja no contienen isoflavonas (Balisteiro *et al.*, 2013; Ludueña *et al.*, 2007).

Las isoflavonas primarias en los granos de soja son genisteína (4',5,7-trihidroxiisoflavona)

y daidzeína (4',7-dihidroxiisoflavona) y sus respectivos β -glucósidos, genistina y daidzina. También están presentes, cantidades mucho menores de gliciteína (4',7-dihidroxi-6-metoxiisoflavona) y su glucósido glicitina (Rostagno, 2005).

TRATAMIENTO

Los granos de soja se consumen en el oriente asiático, de donde es originaria la planta, generalmente transformados mediante una fermentación efectuada por mohos atoxigénicos y bacterias lácticas, a veces acompañados de otros microorganismos. Los hongos producen enzimas proteolíticas generando péptidos y aminoácidos libres, y también forman amilasas y lipasas. Cuando se agrega salmuera y se reduce la disponibilidad de oxígeno mueren los mohos, pero entonces desarrollan las bacterias lácticas y levaduras osmófilas. Las bacterias producen ácido láctico que baja el pH y algunas forman bacteriocinas, lo que impide el crecimiento de organismos indeseables. Varias bacterias y levaduras son responsables de la textura, aroma y color del producto final (Beuchat, 1987).

El aprovechamiento de la soja para obtener los componentes de interés (aceites, concentrados, aislados proteicos, etc.), involucra una serie de procesos destinados a inactivar los factores antinutricionales (lectinas y saponinas) y eliminar la fibra. La mayoría de los procedimientos comienzan con una etapa de remojado del poroto (8-10 hs), seguido de una molienda-extracción a 80-90°C en exceso de agua, una cocción a alta temperatura (> 100°C) destinada a la eliminación de compuestos volátiles e inactivación de antiproteasas y hemaglutinina. La filtración o el prensado remueve las fibras y proteínas insolubles de la emulsión proteína-aceite (pH≈6,5; 9 % sólidos) conocida como "leche" de soja. La coagulación de las proteínas de esta leche mediante el agregado de sales de calcio y magnesio forma una estructura tipo gel (tofu), que expulsa el suero (Sobral & Wagner, 2009).

El mecanismo mediante el cual se inactivan los inhibidores de proteasas presentes en el grano es el calor y son necesarios 1.670 J para destruir el 95% de los mismos. Los tratamientos que aplican más de 110°C destruyen los factores antinutricionales, mientras que los tratamientos que aplican 80 °C no alcanzan a eliminarlos. Sin embargo, si se sobrecalienta una fuente proteica, la disponibilidad

de sus aminoácidos, especialmente de la lisina, disminuye. Además, un tratamiento inadecuado reduce la estabilidad oxidativa de la grasa contenida en la soja. En el caso del tratamiento con microondas, cuando la semilla tiene más del 20% de humedad, se producen reacciones de Maillard y olores desagradables (Ramos *et al.*, 2006).

El perfil de isoflavonas cambia durante el procesamiento de la soja dependiendo de la condición y los métodos utilizados (calentamiento o fermentación), pero el contenido de isoflavonas no varía si no hay pérdida de masa. Los procesos como la ebullición, la molienda y la coagulación de proteínas no destruyen significativamente daidzeína o genisteína. Sin embargo, otros procesos, como el tostado, que requieren una temperatura más alta pueden causar hasta un 21% de pérdida de las mismas (Haron *et al.*, 2016).

La concentración de las isoflavonas es más alta en el hipocotiledón y más baja en la cáscara. El cotiledón posee alrededor del 20% de las isoflavonas glucosídicas. En el hipocotiledón son más abundantes las formas glucosídicas daidzina y glicitina, mientras que en el cotiledón se encuentran aproximadamente 20 veces más de genisteína (Ludueña *et al.*, 2007).

CONSUMO Y EFECTO EN ANIMALES

Además de la “leche” de soja y el tofu, la soja se halla en más del 60% de los alimentos procesados. Se encuentra 50-70% de proteína de soja texturizada en hamburguesas, salchichas y otros productos cárnicos, mientras que el aislado con 90% de proteína de soja se utiliza para enriquecer barras de cereales, granola, bebidas deportivas, fórmulas infantiles, productos lácteos, helados, queso e incluso galletitas. La soja es un aditivo alimentario popular porque es una proteína vegetal libre de colesterol rica en carbohidratos complejos y grasas insaturadas, alta en fibra y libre de lactosa (Rostagno, 2005).

Los fitoestrógenos están presentes en diferentes plantas comestibles, siendo más abundantes en la soja, y se utilizan para compensar la deficiencia de estrógenos en la menopausia. En animales, la ingesta de estos fitoestrógenos afecta la fertilidad, el desarrollo sexual y el comportamiento. Los efectos feminizantes en humanos pueden ser sutiles e identificables solo estadísticamente en grandes poblaciones y son de particular importancia para los niños y adolescentes. Sin embargo, este

potencial estrogénico no ha impedido el uso extensivo de la soja en los alimentos infantiles, así como en la nutrición parenteral pediátrica, sin tener en cuenta las posibles consecuencias (Jargin, 2014).

La daidzeína y la genisteína son las dos isoflavonas mejor caracterizadas y la exposición humana a estos compuestos ocurre principalmente a través del consumo de alimentos y bebidas a base de soja, que también contienen otros fitoestrógenos. Las isoflavonas son una pequeña parte los fitoestrógenos que suelen estar presentes en los alimentos. En las poblaciones occidentales la ingesta dietaria de isoflavonas suele ser <1 mg/día debido a que los productos de soja más frecuentemente consumidos son los aceites y la lecitina de soja, desprovistos de estos fitoquímicos (Ludueña *et al.*, 2007).

Las isoflavonas se encuentran naturalmente como conjugados glucósidos biológicamente inactivos. La forma bioactiva es la no conjugada (aglicona). La proporción de ambas formas varía según los alimentos, pero los productos de soja fermentados, como el miso o el tempeh, a menudo contienen niveles más altos de aglicona. Una vez consumidos, se metabolizan y absorben rápidamente, entrando en la circulación sistémica predominantemente como conjugados con biodisponibilidad limitada. Las isoflavonas conjugadas luego pasan a la circulación enterohepática y regresan al intestino, donde pueden ser desconjugadas por los microbios intestinales. La genisteína no conjugada generalmente representa solo el 1-3% de la genisteína plasmática total (Ludueña *et al.*, 2007).

La soja también contiene saponinas que pueden causar hemólisis, además fibra y ácido fítico que disminuye la absorción de calcio, magnesio, hierro, entre otros elementos (IMSS, 2014)

El tipo de proteínas en las dietas tiene un impacto significativo en el tipo de bacterias intestinales y los metabolitos. La proteína de pollo promueve el crecimiento del *Lactobacillus*, mientras que la proteína de soja favorece la proliferación de *Ruminococcus*, mientras que las proteínas de carne pueden mantener una composición más equilibrada de bacterias intestinales (Zhu *et al.*, 2017).

Por su excelente aporte proteico, la soja es un componente muy importante en la formulación de

alimentos balanceados para aves y porcinos, pero también los factores antinutricionales obligan a realizar procesos industriales (tostado, extrusado, autoclavado) para inactivarlos y lograr un producto homogéneo con una calidad óptima de la proteína y una disponibilidad alta del aceite. La torta de soja desactivada tiene alrededor de 38% de proteína (Ramos *et al.* 2006).

DISCUSIÓN

Muchos de los efectos sobre la salud, incluidos beneficios y riesgos, se han relacionado con la exposición a fitoestrógenos. Los beneficios informados incluyen un menor riesgo de síntomas menopáusicos, enfermedades cardiovasculares, cáncer de mama, otras formas de cáncer (de próstata, intestino, útero) y trastornos de la función cerebral. Por otra parte, los fitoestrógenos también son disruptores endocrinos, lo que indica que pueden causar efectos adversos para la salud, como infertilidad y un mayor riesgo de cáncer en los órganos sensibles a los estrógenos. Estos efectos adversos han surgido principalmente de los estudios epidemiológicos, en animales o in vitro (Rietjens *et al.*, 2017).

Otras cuestiones a tener en cuenta son los efectos en los niños, ya que los fitoestrógenos están presentes en los alimentos infantiles a base de soja; también el papel de la microbiota intestinal en el metabolismo de los fitoestrógenos y además, el hecho de que la mayoría son estrógenos débiles con efectos antiestrogénicos cuando compiten con estrógenos endógenos, pero con efectos proestrogénicos en ausencia de éstos como ocurre en la menopausia (Rietjens *et al.*, 2017).

En Asia, la soja se consume principalmente en forma de tofu, tempeh y otros alimentos fermentados, no como suplementos dietéticos o productos enriquecidos con aislado de proteína de soja. Las poblaciones asiáticas también ingieren altos niveles de mariscos y bajos de grasa animal respecto a las occidentales. Estas variables hacen que las dos poblaciones sean bastante distintas en términos de exposición a fitoestrógenos (Patisaul & Jefferson, 2010).

En las poblaciones asiáticas, el consumo de soja es alto a lo largo de toda la vida, excepto durante la lactancia neonatal de 6 a 8 meses. La concentración de isoflavonas en la sangre de algunos hombres japoneses puede llegar a 300-400 nmol/L. En las poblaciones occidentales adultas la ingesta diaria

dietaria de isoflavonas es casi nula (<1 mg/d) debido a que los productos de soja más frecuentemente consumidos son los aceites y la lecitina de soja, desprovistos de estos fitoquímicos; pero en los bebés alimentados con fórmulas infantiles de soja, los niveles de consumo más altos ocurren en el primer año de vida (Ludueña *et al.*, 2007; Patisaul & Jefferson, 2010; Rostagno, 2005).

En el Foro para un Plan Nacional de Alimentación y Nutrición (2002) se recomendó no denominar a la bebida obtenida de la soja como "leche", pues no la sustituye de ninguna manera. Además, se indicó que la utilización de la soja debe contemplar los requerimientos de capacitación para su adecuada utilización y las consideraciones nutricionales que desaconsejan el uso en niños menores de 5 años y especialmente en menores de 2 años.

CONCLUSIÓN

Los riesgos o beneficios para la salud debido a los fitoestrógenos y otros compuestos presentes en los granos de soja dependen de la edad, el estado de salud, el nivel de consumo e incluso la composición de la microbiota intestinal de los individuos.

BIBLIOGRAFÍA

- Balisteiro DM, Rombaldi CV, & Genovese MI. (2013). Protein, isoflavones, trypsin inhibitory and in vitro antioxidant capacities: Comparison among conventionally and organically grown soybeans. *Food Research International* 51(1):8-14.
- Beuchat LR. (1987). *Food and Beverage Mycology*. Van Nostrand Reinhold (New York), cap. 9
- Cederroth CR, & Nef S. (2009). Soy, phytoestrogens and metabolism: A review. *Molecular and Cellular Endocrinology* 304: 30-42.
- Dersjant Li YM, & Peisker M. (2005). Soybean lecithin in animal nutrition: an unmatched additive. *Kraftfutter* 88(1/2): 28-34.
- Digón A. (2008). Problemas vinculados con la distribución de soja en comedores comunitarios. Informe Técnico. Facultad de Medicina, UBA.

- Foro para un Plan Nacional de Alimentación y Nutrición. (2002). Ministerio de Desarrollo Social y Política Ambiental, con auspicio de UNICEF. Buenos Aires, 11 y 12 julio.
- Haron H, Shaari T, & Keng CB. (2016). Effects of different cooking methods on isoflavone content in Malaysian soy-based dishes. *Sains Malaysiana* 45(9): 1329-1335.
- IMSS (Instituto Mexicano de Seguridad Social). (2014). Grupo 5: Leguminosas, pp. 30-37.
- Jargin SJ. (2014). Soy and phytoestrogens: possible side effects. *German Medical Science*, 12; doi: 10.3205/000203.
- Kiproviski B, Miladinović J, Koren A, Malenčić D, & Mikulič-Petkovšek M. (2019). Black and yellow soybean: contribution of seed quality to oxidative stress response during plant development. *Genetika*, 51 (2): 495-510.
- Kumar V, Sinha AK, Makkar HPS, & Becker K. (2010). Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review. *Food Chemistry* 120: 945-959.
- Ludueña B, Mastandrea C, Chichizola C, & Franconi MC. (2007). Isoflavonas en soja, contenido de daidzeína y genisteína y su importancia biológica. *Revista Bioquímica y Patología Clínica* 71 (1): 54-66.
- Patisaul HB, & Jefferson W. (2010). The pros and cons of phytoestrogens. *Neuroendocrinol.* 31(4): 400-419.
- Ramos N, J. & Lúquez G, Eyherabide. (2006). Calidad de la harina de soja sometida a distintos tratamientos térmicos para inactivar los factores antinutricionales (T188). *Tecnología de Procesos* pp. 681-683.
- Ridner E et al. (2006). Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud. Grupo Q.S.A. Sociedad Argentina de Nutrición, Buenos Aires, cap.
- Rietjens IMCM, Lousse J, & Beekmann K. (2017). The potential health effects of dietary phytoestrogens. *British Journal of Pharmacology* 174: 1263-1280.
- Rostagno MA. (2005). Nuevos Métodos para la determinación de isoflavonas en soja y alimentos derivados. Tesis doctoral, Universidad de Cádiz, España.
- Sobral PA, & Wagner JR. (2009). Relación entre la composición y la actividad antitripsina de sueros de soja y tofu y comportamiento térmico de sus proteínas aisladas. *Información Tecnológica* 20 nº 5.
- Zhu Y, Shi X, Lin X, Ye K, Xu X, Li C, & Zhou G. (2017). Beef, chicken, and soy proteins in diets induce different gut microbiota and metabolites in rats. *Frontiers in Microbiology* 8 (art 1395): 1-11.

