

PROTEÍNA DE SOJA

1. Productos proteicos de soja
2. Calidad de la proteína
3. Impacto en la salud
4. Impacto ambiental
5. Seguridad alimentaria de la soja genéticamente modificada
6. Accesibilidad.

Autores: Dra. Ana Pilosof y Dr. Fernando Bellesi

Diciembre 2025

Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos

ITAPROQ

UBA-CONICET

1. Productos proteicos de soja

La soja (*Glycinemax*) es una de las principales fuentes de proteína vegetal a nivel mundial, reconocida por su aporte nutricional, versatilidad tecnológica y relevancia en la alimentación humana y animal.

A partir del grano de soja se obtienen distintas fracciones y productos proteicos. Entre ellos se destacan la harina de soja (contenido proteico cercano al 50%), los concentrados de proteína de soja (con un contenido proteico del 65–75%) y los aislados proteicos de soja (con un contenido proteico superior al 90%).

A medida que aumenta la concentración de proteínas al pasar de las harinas a los aislados, disminuye la proporción de otros componentes como fibras y carbohidratos. Estos derivados no solo difieren en su composición nutricional, sino también en sus propiedades tecnológicas y usos industriales.

Los texturizados de soja, elaborados mediante procesos de extrusión que generan estructuras fibrosas capaces de imitar la textura de la carne, han cobrado creciente interés como ingredientes para el desarrollo de análogos cárnicos y productos innovadores que responden a la demanda de proteínas vegetales en dietas más saludables y sostenibles.

2. Calidad de la proteína

Los aminoácidos indispensables (también llamados esenciales) son la base para evaluar la calidad proteica porque el organismo humano no tiene las rutas metabólicas para producirlos, por lo que deben obtenerse de la dieta. Si uno de ellos está presente en menor proporción que la requerida por el organismo, se convierte en el aminoácido limitante. Se comparan

contra un patrón de requerimientos de aminoácidos indispensables establecido por la FAO (2013)¹. Como se observa en la **Tabla 1**, el perfil aminoacídico de la proteína de soja (USDA Data Base) es de alta calidad y cumple con los requerimientos de aminoácidos indispensables establecido por la FAO para adultos y niños mayores a 3 años (**Tabla 2**). En el caso de niños menores a 3 años, los aminoácidos azufrados, metionina y cisteína son limitantes, por lo cual las fórmulas infantiles se complementan con L-metionina.

Tabla 1. Valores de requerimientos de aminoácidos indispensables según FAO 2013¹ (mg/g de proteína) para todos los rangos etarios. Los valores la proteína de soja (mg/g de proteína) provienen de la base de datos USDA.

Composición de aminoácidos indispensables (USDA DATA BASE): AASoja		Requerimiento de aminoácidos indispensables (mg/g de proteína) según grpo etario (FAO 2013): AAreq			
Aminoácidos indispensables	mg/g de proteína	0–0,5 años	1–2 años	3–14 años	>18 años
Histidina (His)	23,03	20	18	16	15
Isoleucina (Ile)	42,53	32	31	30	30
Leucina (Leu)	67,83	66	63	61	59
Lisina (Lys)	53,27	57	52	38	45
Azufrados (Met + Cis)	21,76	27	25	23	22
Aromáticos (Phe +Tyr)	78,15	52	46	41	38
Treonina (Thr)	31,37	31	27	25	23
Triptófano (Trp)	11,16	8.5	7	6.6	6
Valina (Val)	40,98	43	41	40	39

¹Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO expert consultation.

Tabla 2. Índice de aminoácidos indispensables.

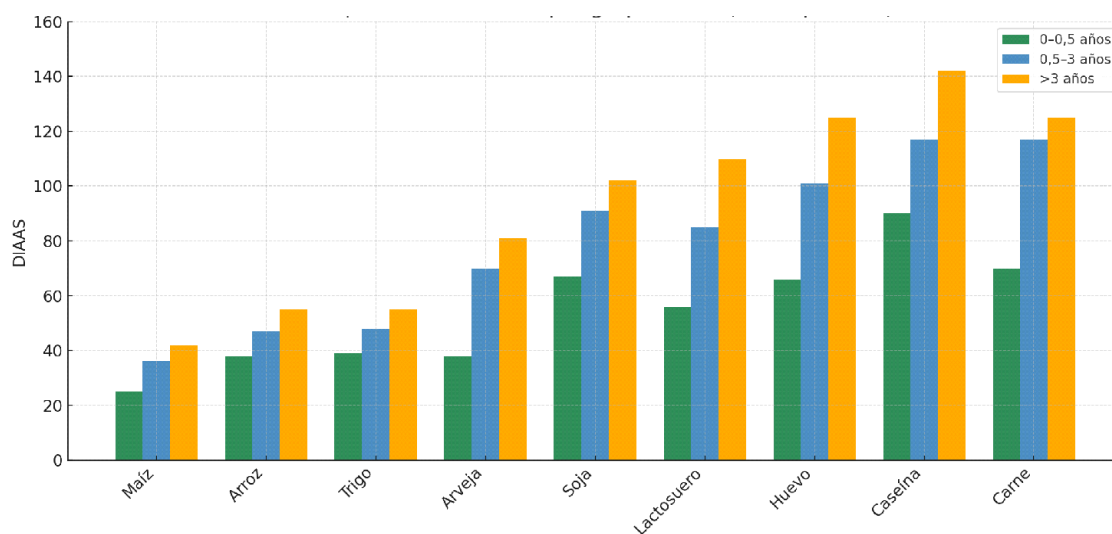
Aminoácidos indispensables	Índice de aminoácidos indispensables (AAsoja/AAreq)*100			
	0-0,5 años	1-2 años	3-14 años	>18 años
Histidina (His)	115	128	143	153
Isoleucina (Ile)	133	137	142	142
Leucina (Leu)	103	108	111	115
Lisina (Lys)	93	102	140	118
Azufrados (Met + Cis)	81	87	95	99
Aromáticos (Phe + Tyr)	150	170	191	205
Treonina (Thr)	102	116	126	137
iptófano (Trp)	131	159	169	186
Valina (Val)	95	100	102	105

Para determinar la calidad proteica la FAO (2013) recomendó el índice de aminoácidos indispensables digestibles (DIAAS) como el estándar de oro¹. Este índice tiene en cuenta no solo la cantidad de aminoácidos indispensables que una proteína contiene sino también la digestibilidad real de cada aminoácido en la zona del íleon del intestino delgado². La calidad proteica varía significativamente según el tipo de proteína y el grado de procesamiento, correspondiendo un valor de 100 a proteínas de excelente calidad. Como se observa en la **Figura 1**, la proteína de soja se puede considerar de excelente calidad para grupos etarios

² Matthews J.J., Arentson-Lantz E.J., Moughan P.J., Wolfe R.R., Ferrando A.A., Church D.D. 2025. Understanding Dietary Protein Quality: Digestible Indispensable Amino Acid Score and Beyond. The Journal of Nutrition.

mayores a 3 años. Si se compara el DIAAS de otras proteínas vegetales como maíz, arroz y trigo, que forman parte de nuestra dieta tradicional (pastas, panificados, etc.) con el de la proteína de soja, se puede observar que la proteína de soja presenta una calidad muy superior, comparable con proteínas animales como el lactosuero. Sin embargo, las combinaciones de proteínas de soja con cereales son preferibles para asegurar un aporte de aminoácidos más completo para poblaciones que eligen una dieta vegetariana o vegana. Además, como se indica en la Figura 1, la proteína de soja presenta una mayor calidad que otras proteínas de legumbres como la de arveja³.

Figura 1. DIAAS promedio de acuerdo a grupos etarios (FAO 2013).



3. Impacto en la salud

Los productos proteicos de soja, por su origen vegetal, no aportan colesterol a la dieta, lo cual resulta beneficioso en la prevención de enfermedades cardiovasculares. A esto se suma la presencia de fibra dietaria, que contribuye a la salud digestiva, ayuda al control del colesterol sérico y favorece una alimentación equilibrada. Estas características refuerzan su

³Herreman L, Nommensen P, Pennings B, Laus MC. 2020. Comprehensive overview of the quality of plant- and animal-sourced proteins based on the digestible indispensable amino acid score. Food Science and Nutrition.

valor como alternativa nutricional frente a las proteínas de origen animal. Asimismo, al no aportar almidón, los productos de soja pueden ser incorporados en dietas de bajo tenor glucémico.

Enfermedad cardiovascular

Los estudios clínicos en humanos coinciden en que el consumo de proteína de soja se asocia a beneficios cardiovasculares, especialmente cuando forma parte de una dieta equilibrada y baja en grasas saturadas. En pacientes con hipercolesterolemia, reemplazar proteínas animales por proteína de soja (20–40 g diarios) durante semanas o meses produce reducciones pequeñas, pero significativas, del colesterol LDL y total (del 3–10%). La soja produce reducciones modestas pero consistentes del colesterol, en comparación con proteínas no vegetales⁴. Estos hallazgos apoyan las recomendaciones dietéticas de incorporar proteínas vegetales (como la de soja) para mejorar el perfil lipídico.

En línea con estas evidencias clínicas, estudios *in vitro* han mostrado que la proteína de soja y los péptidos generados durante su digestión pueden reducir la bioaccesibilidad intestinal del colesterol a través de dos mecanismos principales⁵⁻⁶: (a) disminuyendo la solubilidad del colesterol en las micelas de sales biliares cuya función es vehiculizar el colesterol para su absorción intestinal y (b) secuestrando parcialmente las sales biliares, lo que obliga al hígado a sintetizar nuevas sales biliares a partir de colesterol presente, favoreciendo así su disminución. Estos hallazgos mecanísticos respaldan los efectos observados en humanos y ayudan a explicar cómo la proteína de soja puede contribuir a la

⁴Blanco Mejia S., Messina M., Li S.S., Viguiliouk E., Chiavaroli L., Khan T.A., Srichaikul K., Mirrahimi A., Sievenpiper J.L., Kris-Etherton P., Jenkins D.J.A. 2019. A Meta-Analysis of 46 Studies Identified by the FDA Demonstrates that Soy Protein Decreases Circulating LDL and Total Cholesterol Concentrations in Adults. *The Journal of Nutrition*.

⁵Shimizu S., Hirano K., Saito T., Akiyama H., Shimizu K., Honda H. 2025. Identification of Soy-Derived Peptides With Micelle Disruption Activity of Secondary Bile Acids. *Food Science & Nutrition*.

⁶ Bellesi F.A., Pilosof A.M.R. 2021. Potential implications of food proteins-bile salts interactions. *Food Hydrocolloids*.

reducción del colesterol circulante. Además, la proteína de soja es una gran aliada para mejorar la absorción de grasas saludables (aceite de oliva, omega 3)⁷.

Adicionalmente, la fibra presente en concentrados y harinas de soja texturizadas o no, también se une a las sales biliares, aumenta la viscosidad intestinal y, al ser fermentada, produce ácidos grasos de cadena corta que inhiben la síntesis hepática de colesterol⁸. Por lo tanto, la proteína y la fibra actúan de forma complementaria, potenciando el efecto hipocolesterolémico de los productos a base de soja.

Estos resultados respaldan las guías nutricionales internacionales que aconsejan aumentar la ingesta de proteínas de origen vegetal como parte de las estrategias para reducir el colesterol y el riesgo cardiovascular⁹.

Glucemia

Los productos proteicos de soja no contienen almidón como los cereales por lo cual presentan un índice glucémico bajo que los hace adecuados para dietas que controlan la carga glucémica. La evidencia científica no es completamente concluyente sobre el efecto de la proteína de soja en el control glucémico de la diabetes tipo 2, pero sugiere beneficios potenciales modestos. Varios ensayos clínicos a mediano-largo plazo reportan mejoras pequeñas en la glucosa en ayunas o la sensibilidad a la insulina al incorporar productos proteicos de soja en la dieta de personas con diabetes¹⁰⁻¹¹.

⁷Bellesi F.A., Sabena F., Herrera A.W., Pilosof A.M.R. 2025. Soy Proteins Enhance the Bioaccessibility of Oleic Acid: The Role of the Interactions with Bile Salts under In Vitro Digestion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.

⁸Ramdath D.D., Padhi E.M., Sarfaraz S., Renwick S., Duncan A.M. 2017. Beyond the Cholesterol-Lowering Effect of Soy Protein: A Review of the Effects of Dietary Soy and Its Constituents on Risk Factors for Cardiovascular Disease. *Nutrients*.

⁹Glenn A.J., Wang F., Tessier A.-J., Manson J.E., Rimm E.B., Mukamal K.J., Sun Q., Willett W.C., Rexrode K.M., Jenkins D.J.A., Hu F.B. 2024. Dietary Plant to Animal Protein Ratio and Risk of Cardiovascular Disease in Three Prospective Cohorts. *The American Journal of Clinical Nutrition*.

¹⁰Asbaghi O., Ashtary-Larky D., Mousa A., RezaeiKelishadi M., Moosavian S.P. 2022. The Effects of Soy Products on Cardiovascular Risk Factors in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis of Clinical Trials. *Advances in Nutrition*.

¹¹Zhang X.M., Zhang Y.B., Chi M.H. 2016. Soy Protein Supplementation Reduces Clinical Indices in Type 2 Diabetes and Metabolic Syndrome. *Yonsei Medical Journal*.

Los productos de soja que contienen fibra pueden ulteriormente moderar la respuesta glucémica al retrasar la digestión y la absorción de carbohidratos¹².

Saciedad

La saciedad es un factor clave en el control del apetito y la regulación del peso corporal, mediado por señales hormonales. Las proteínas dietarias en particular, ejercen un efecto saciante superior al de carbohidratos o grasas.

Diversos estudios clínicos muestran que productos proteicos de soja inducen respuestas de saciedad similares a las de proteínas animales como la caseína¹³, el suero de leche¹⁴ o la carne¹⁵, por lo cual son una alternativa vegetal eficaz en la promoción de la saciedad.

Isoflavonas

Los productos de soja contienen fitoestrógenos con estructura similar a los estrógenos humanos. Su consumo para la mujer, especialmente en la etapa de la menopausia y post menopausia, puede traer beneficios sobre la salud. Un análisis sistemático de 2025 (12 ensayos, 533 mujeres)¹⁶ observó que las isoflavonas mejoran significativamente el puntaje global de síntomas menopáusicos (especialmente redujeron cefalea, palpitaciones y síntomas psicológicos como depresión), así como presentan un efecto positivo modesto en la masa

¹²Ni Y., Zheng A., Hu Y., Rong N., Zhang Q., Long W., Yang S., Nan S., Zhang L., Zhou K., Wu T., Fu Z. 2022. Compound dietary fiber and high-grade protein diet improves glycemic control and ameliorates diabetes and its comorbidities through remodeling the gut microbiota in mice. *Frontiers in Nutrition*.

¹³Braden M.L., Gwin J.A., Leidy H.J. 2023. Protein Source Influences Acute Appetite and Satiety but Not Subsequent Food Intake in Healthy Adults. *The Journal of Nutrition*.

¹⁴Melson C.E., Nepocatych S., Madzima T.A. 2019. The effects of whey and soy liquid breakfast on appetite response, energy metabolism, and subsequent energy intake. *Nutrition*.

¹⁵Neacsu M., Fyfe C., Horgan G., Johnstone A.M. 2014. Appetite control and biomarkers of satiety with vegetarian (soy) and meat-based high-protein diets for weight loss in obese men: a randomized crossover trial. *American Journal of Clinical Nutrition*.

¹⁶Luan H., Liu Q., Guo Y., Fan H., Lin J. 2025. Effects of soy isoflavones on menopausal symptoms in perimenopausal women: a systematic review and meta-analysis.

ósea¹⁷. También se han comprobado efectos benéficos en la reducción del colesterol y mejora del perfil lipídico⁶.

4. Impacto ambiental

La producción de proteína de soja es más eficiente y sostenible que la de origen animal. Evaluaciones de ciclo de vida muestran que genera un impacto ambiental mucho menor en términos de requerimiento de tierra y agua, y emisión de gases de efecto invernadero, contribuyendo a mitigar el cambio climático. Además, al ser una leguminosa, fija nitrógeno en el suelo, reduciendo el uso de fertilizantes sintéticos y la contaminación asociada. Un metaanálisis global de la Universidad de Oxford¹⁸ que incluyó más de 38.000 explotaciones agrícolas confirmó que los alimentos derivados de soja se encuentran entre los de menor huella ambiental en emisiones (hasta 100 veces menor que la carne vacuna), uso de suelo (hasta 100 veces menor que la carne vacuna), consumo de agua (la carne vacuna utiliza hasta 70 veces más agua que los productos de soja para producir la misma cantidad de proteína), acidificación y eutrofización (reduce en 80–90% frente a la carne).

Esta combinación de menor uso de recursos, bajas emisiones y ventajas agronómicas posiciona a la soja como una alternativa estratégica para sistemas alimentarios más sostenibles.

¹⁷Sansai K, Na Takuathung M, Khatsri R, Teekachunhatean S, Hanprasertpong N, Koonrunsesomboon N. Effects of isoflavone interventions on bone mineral density in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Osteoporos Int.* 2020 Oct;31(10):1853-1864.

¹⁸ Poore J., Nemecek T. 2018. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*.

5. Seguridad Alimentaria de la soja genéticamente modificada

Más del 80 % de la soja mundial cultivada es genéticamente modificada (GM)¹⁹. Los principales productores son Brasil, Estados Unidos y Argentina, los cuales concentran más del 90 % del total de la soja GM cultivada. Paraguay, Uruguay, Canadá y Sudáfrica también permiten su cultivo comercial. La Unión Europea no autoriza el cultivo de soja transgénica, pero sí permite su importación (para alimento humano y animal), bajo control estricto y etiquetado obligatorio²⁰.

La soja GM es una de las más estudiadas del mundo desde su introducción comercial en los años noventa. La evidencia científica internacional, avalada por organismos como FAO²¹, OMS, EFSA²² (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) y USDA²³, demuestra que la soja GM es segura para el consumo humano y animal. Diversos estudios toxicológicos, nutricionales y multigeneracionales han confirmado que la modificación genética en soja ya sea para tolerancia a herbicidas, resistencia a insectos o mejora composicional, no altera su valor nutritivo ni introduce riesgos de toxicidad o alergenicidad.

Más de 25 años de consumo y miles de estudios revisados por pares confirman que no se han detectado efectos adversos, alergias nuevas ni toxicidad asociada. Los estudios en

¹⁹Ashrafi-Dehkordi E. Aliborzi A., Pouladfar G., Abbasian S.A., Mazloomi SM. 2024. Effects of genetically modified soybean on physiological variables and gut microbiota of Sprague-Dawley rats. PLOS one 19(12).

²⁰EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO). 2023. Scientific opinion on the renewal application for authorisation of genetically modified soybean MON 87701 × MON 89788 for food and feed uses. EFSA Journal, 21(6).

²¹FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. Codex Alimentarius. 2003. Guidelines for the Conduct of Food Safety Assessment of Foods Derived from Recombinant-DNA Plants (CAC/GL 45-2003). FAO/WHO. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>.

²²EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO). (2022). Scientific opinion on the genetically modified soybean DBN9004 for food and feed uses under Regulation (EC) No 1829/2003. EFSA Journal, 20(10).

²³USDA ERS. 2023. Adoption of Genetically Engineered Crops in the U.S. <https://www.ers.usda.gov/dataproducts/adoption-of-genetically-engineered-crops-in-the-u-s>.

animales muestran que el desempeño productivo, la fertilidad y la composición de productos (carne, leche, huevos) son equivalentes al usar soja GM o convencional^{24,25}.

En conjunto, la comunidad científica y las principales agencias regulatorias coinciden en que la modificación genética, por sí misma, no representa un riesgo para la salud ni para la inocuidad alimentaria.

6. Accesibilidad

La proteína de soja es hoy, a nivel mundial, la proteína vegetal de mayor calidad y accesibilidad. Su producción es escalable, se pueden producir decenas de millones de toneladas de proteínas al año. Se conserva y transporta fácilmente. Los formatos secos, en polvo o texturizados son productos no perecederos que se pueden conservar por mucho tiempo. Particularmente, los formatos texturizados, se hidratan de manera fácil y rápida y reemplazan a la carne en forma directa en todos los platos que puedan incluir carne picada. Su costo económico y ambiental permite que llegue a millones de personas en el mundo y muy especialmente en aquellos lugares donde la proteína de origen animal no es accesible y/o muy costosa.

Incorporar sus productos en la dieta no solo contribuye a aliviar la presión sobre la tierra cultivable y los recursos hídricos sino que también aporta beneficios nutricionales y beneficios en la prevención de enfermedades no transmisibles.

²⁴Snell, C., Bernheim, A., Bergé, J. B., Kuntz, M., Pascal, G., Paris, A., & Ricroch, A. E. 2012. Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: A literature review. *Food and Chemical Toxicology*, 50(3–4), 1134–1148. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.11.048>.

²⁵Shi, Z., Zou, S., Lu, C., Wu, B., Huang, K., Zhao, C., & He, X. 2019. Evaluation of the effects of feeding glyphosate-tolerant soybeans (CP4 EPSPS) on the testis of male Sprague-Dawley rats. *GM Crops & Food*, 10(3), 181–190.

Autores: Dra. Ana Pilosof y Dr. Fernando Bellesi

Diciembre 2025

Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos, ITAPROQ

UBA-CONICET