





Artículo de divulgación

El secreto de las leguminosas: compuestos fenólicos y sus beneficios para la salud

*The secret of legumes: phenolic compounds and their health benefits*Julieta del Carmen Villalobos Espinosa ¹ , Luis Omar Colombo Mendoza ¹ , María Elisa Espinosa-Valdés ² , Mayra Nicolás García ^{1,*} ¹ Tecnológico Nacional de México/ITS de Teziutlán Fracción I y II SN, 73960 Teziutlán, Puebla, México; julieta.ve@teziutlan.tecnm.mx; luis.cm@teziutlan.tecnm.mx² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Minatitlán Buena Vista Nte, 96848 Minatitlán, Veracruz, México; elisaesva@yahoo.es* Autor para correspondencia: mayra.ng@teziutlan.tecnm.mx**Recibido:**

30/01/2025

Aceptado:

1/09/2025

Publicado:

17/09/2025

RESUMEN

Las leguminosas como los frijoles, lentejas y garbanzos son tesoros nutricionales esenciales a nivel global. Su riqueza en fibra, proteína vegetal y compuestos antioxidantes las convierte en aliadas clave para la salud. Este artículo de revisión se centra en el papel de los compuestos fenólicos (flavonoides, ácidos fenólicos y taninos) como principales responsables de las propiedades funcionales de estos alimentos. Estos compuestos actúan como potentes antioxidantes y antiinflamatorios, contribuyendo a la prevención de enfermedades crónicas como padecimientos cardiovasculares, diabetes y ciertos tipos de cáncer. Su mecanismo de acción incluye la reducción del estrés oxidativo y la modulación de la respuesta inmune, la microbiota intestinal y la regulación de la presión arterial y el colesterol. En conclusión, el consumo de leguminosas es una estrategia efectiva y sostenible para mejorar la salud general y la calidad de vida, más allá de su valor nutricional básico.

Palabras clave: Antioxidantes; Antiinflamatorios; Enfermedades crónicas; Alimentos funcionales; Microbiota intestinal; Nutrición sostenible; Péptidos bioactivos; Germinación.

ABSTRACT

Legumes such as beans, lentils, and chickpeas are essential nutritional treasures globally. Their richness in fiber, plant-based protein, and antioxidant compounds make them key allies for health. This review article focuses on the role of phenolic compounds (flavonoids, phenolic acids, and tannins) as the main agents responsible for the functional properties of these foods. These compounds act as potent antioxidants and anti-inflammatories, contributing to the prevention of chronic diseases like cardiovascular ailments, diabetes, and certain types of cancer. Their mechanism of action includes reducing oxidative stress and modulating the immune response, the gut microbiota, and regulating blood pressure and cholesterol. In conclusion, the consumption of legumes is an effective and sustainable strategy to improve overall health and quality of life, beyond their basic nutritional value.

Keywords: Antioxidants; Anti-inflammatories; Chronic diseases; Functional foods; Gut microbiota; Sustainable nutrition; Bioactive peptides; Germination.



INTRODUCCIÓN

Las leguminosas, como los frijoles, lentejas y garbanzos son alimentos esenciales a nivel global por su alto contenido de nutrientes, especialmente proteínas y compuestos bioactivos como los polifenoles. Estos compuestos incluyen ácidos fenólicos, flavonoides y taninos condensados que les otorgan propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Este poder las convierte en un pilar para la prevención de enfermedades crónicas, la protección cardiovascular y la reducción del estrés oxidativo. Además de ser una alternativa saludable y sostenible a las proteínas animales, su consumo diario puede mejorar la salud general y la calidad de vida.

Esta revisión de la literatura es crucial para consolidar y sintetizar la evidencia científica actual sobre los compuestos fenólicos en las leguminosas. Al examinar los hallazgos de diversas investigaciones, en ellas se resalta la importancia de estos alimentos como fuentes de agentes biológicamente activos con potencial para la salud. La revisión permite comprender en profundidad cómo estos compuestos contribuyen a las propiedades funcionales de las leguminosas, y sirve como un recurso valioso para orientar futuras investigaciones y promover una mayor conciencia sobre los beneficios que ofrecen, más allá de su valor nutricional básico.

¿QUÉ SON LAS LEGUMINOSAS?

Las leguminosas son un grupo de plantas reconocidas por producir frutos en vaina que contienen las semillas que consumimos. Desde tiempos ancestrales han sido un pilar en la dieta humana debido a su riqueza en proteínas, fibra y otros nutrientes esenciales (Kumar & Pandey, 2020). Más allá de su valor nutricional, las leguminosas poseen características únicas que benefician tanto a los ecosistemas como a los consumidores. Por ejemplo, establecen una simbiosis con bacterias del género *Rhizobium* que les permite fijar el nitrógeno atmosférico, mejorando así la salud del suelo. También exhiben una gran diversidad genética y morfológica (Wang et al., 2018; Yang et al., 2021). Entre los tipos más comunes se encuentran las semillas secas como frijoles, lentejas y

garbanzos y, además, variedades frescas como las habas y los chicharos, también conocidos como guisantes.

COMPUESTOS BIOACTIVOS DE LAS LEGUMINOSAS

Las leguminosas son ricas en compuestos bioactivos que benefician la salud, entre los que se encuentran los péptidos, las saponinas, las vitaminas y, especialmente, los compuestos fenólicos, los cuales se describen a detalle en las siguientes secciones.

Péptidos: Las proteínas de las leguminosas son precursoras de péptidos bioactivos, los cuales tienen efectos antiinflamatorios y antioxidantes (Reyes-Díaz et al., 2019; Matemu et al., 2021; Martineau-Côté et al., 2022; Tawalbeh et al., 2023). Estos péptidos pueden regular marcadores de inflamación y ayudar a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y cáncer, además de poseer propiedades antihipertensivas (García-Mora et al., 2015). También exhiben actividad inhibitoria de la enzima convertidora de angiotensina (ECA) (García-Mora et al., 2015; Serventi & Dsouza, 2020; Martineau-Côté et al., 2024).

Saponinas y vitaminas: Las saponinas de las leguminosas han demostrado inhibir el crecimiento de células cancerosas y prevenir la obesidad al modular la inflamación y el metabolismo lipídico (Moreno-Valdespino et al., 2020; Nawaz et al., 2023). Las vitaminas actúan como agentes antioxidantes y antiinflamatorios (Serventi & Dsouza, 2020).

Estas sustancias (Figura 1), en conjunto hacen de las leguminosas una alternativa saludable y sostenible a las proteínas animales, especialmente para dietas vegetarianas y veganas. Además, las leguminosas tienen efectos antidiabéticos, antihipertensivos y reductores del colesterol, lo que las posiciona como un alimento prometedor para combatir enfermedades no transmisibles (Garcés-Rimón et al., 2022; Martineau-Côté et al., 2022).

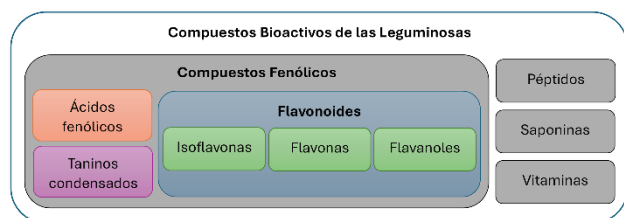


Figura 1. Compuestos bioactivos presentes en las leguminosas.

COMPUESTOS FENÓLICOS: UN TESORO OCULTO

Actualmente se apuesta por las leguminosas como una fuente no convencional de proteínas, sin embargo, los compuestos fenólicos en las leguminosas son compuestos bioactivos que desempeñan roles significativos en procesos fisiológicos y metabólicos. Estos compuestos, presentes principalmente en las cubiertas de las semillas (pericarpio) incluyen ácidos fenólicos, flavonoides y taninos condensados, y son conocidos por sus propiedades antioxidantes y por sus beneficios para la salud.

Los compuestos fenólicos se encuentran en diversas leguminosas, aunque su distribución varía. Por ejemplo, los ácidos fenólicos son más abundantes en garbanzos, chicharos y veza común, mientras que los flavonoides predominan en las semillas de lupino (Magalhães et al., 2017; Singh et al., 2017). Cabe destacar que la riqueza en polifenoles no se limita a las semillas; las partes no comestibles de la planta, tales como el material herbáceo y las raíces, son fuentes importantes de flavonoides e isoflavonoides que exhiben un notable potencial antioxidante y antiinflamatorio (Sibul et al., 2016), lo que abre la puerta a su potencial aprovechamiento integral.

FUNCIONES DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos son vitales para la supervivencia y el desarrollo de las plantas, actuando como protectores multifacéticos. Los principales ámbitos de protección de los compuestos fenólicos en las plantas se describen a continuación.

Defensa y resistencia: Estos compuestos actúan como una defensa química contra patógenos, insectos y

herbívoros, y su producción aumenta en respuesta a ataques. Además, confieren a las plantas resistencia al estrés ambiental causado por la luz ultravioleta, temperaturas extremas, salinidad y metales pesados (Caretto et al., 2015; Kulbat, 2016; Wallis & Galarneau, 2020; Rashad et al., 2020; Misra et al., 2023).

Soporte y crecimiento: Contribuyen a la integridad estructural de las plantas a través de la biosíntesis de lignina y pigmentos. También están involucrados en la regulación del crecimiento y la germinación de semillas (Bhattacharya et al., 2010; Kulbat, 2016).

Propiedades antioxidantes: Son fundamentales para neutralizar los radicales libres y proteger a las células vegetales del daño oxidativo, un rol que también se traduce en importantes beneficios para la salud humana (Kulbat, 2016; Rashad et al., 2020).

EL BENEFICIO DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS PARA LA SALUD HUMANA

Los compuestos fenólicos en las leguminosas son mucho más que simples componentes; son una fuente de beneficios que impactan directamente en nuestra salud (Tabla 1). Su poder principal radica en su capacidad antioxidante, ya que neutralizan los radicales libres que causan daño a nuestras células, reduciendo así el estrés oxidativo y la inflamación (Khang et al., 2016; Singh et al., 2017; De Camargo et al., 2019; Zhu et al., 2020; Apea-Bah et al., 2022). Este mecanismo fundamental es clave en la prevención de enfermedades crónicas como la diabetes, la obesidad y los problemas cardiovasculares (Singh et al., 2017; De Camargo et al., 2019; Hernández-Ruiz et al., 2025). A continuación, se resumen los efectos biológicos de estos compuestos:

Antioxidantes y antiinflamatorios: Los compuestos fenólicos neutralizan radicales libres y especies reactivas de oxígeno, reduciendo el estrés oxidativo y la inflamación, factores clave en enfermedades metabólicas como diabetes tipo 2, obesidad y síndrome metabólicos (Singh et al., 2017; Rana et al., 2024).

Previenen enfermedades crónicas: Se asocian con menor riesgo de enfermedades cardiovasculares, ciertos tipos de cáncer (especialmente colon y mama) y enfermedades neurodegenerativas, gracias a su capacidad para modular rutas celulares y enzimas proinflamatorias

(Pabich & Materska, 2019; Singh et al., 2021; Cid-Gallegos et al., 2022).

Tabla 1. Principales efectos de los compuestos fenólicos de leguminosas.

Principal Efecto	Compuesto	Evidencia en la salud humana	Referencia
Antioxidante/Antiinflamatorio	Flavonoides y antocianinas	Reducción de estrés oxidativo e inflamación.	Rana et al., 2024; Hernández-Ruiz et al., 2025
Anticancerígeno	Isoflavonas y taninos	Prevención de cáncer de colon y mama.	Pabich & Materska, 2019; Singh et al., 2021.
Salud intestinal	Ácidos fenólicos	Mejora de microbiota y función digestiva.	Hernández-Ruiz et al., 2025; Nicolás-García et al., 2021; Duarte et al., 2024
Cardioprotector	Flavonoides e isoflavonas	Reducción de riesgo cardiovascular.	Conti et al., 2021; Pabich & Materska, 2019.

Salud intestinal: Los fenólicos de las leguminosas modulan la microbiota intestinal, favorecen el crecimiento de bacterias benéficas y mejora la salud digestiva, lo que puede prevenir enfermedades como síndrome de intestino irritable, colitis y cáncer colorrectal. Asimismo, tienen propiedades antimicrobianas y antiulcerosas que actúan como defensa natural, lo que puede ayudar a proteger el sistema digestivo de úlceras y microorganismos dañinos (Nicolás-García et al., 2021; Duarte et al., 2024; Hernández-Ruiz et al., 2025).

La bioaccesibilidad de estos compuestos puede variar, pero la fermentación que ocurre en nuestro intestino ayuda a liberar y a aprovechar aún más sus beneficios. Al integrar leguminosas en nuestra dieta es una forma

efectiva de aprovechar el poder de los compuestos fenólicos para una mejor salud y calidad de vida.

El contenido y la biodisponibilidad de estos compuestos varía según la especie, el procesamiento (cocción y germinación) y la interacción con la microbiota.

Diversos estudios demuestran que la germinación incrementa significativamente el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante en leguminosas como cacahuates, soya, frijoles, lentejas y guisantes. Este aumento se debe a la activación de enzimas biosintéticas que favorecen la síntesis de ácidos fenólicos como el sinápico, cinámico, ferúlico y resveratrol (Khang et al., 2016; Naz et al., 2023; Tuncel et al., 2025). En algunos casos, la capacidad antioxidante puede multiplicarse hasta cinco veces respecto a la semilla sin germinar, dependiendo de la especie y las condiciones (Khang et al., 2016; Umar et al., 2025).

La cocción, sin embargo, puede reducir el contenido de estos valiosos compuestos. En este sentido, existe evidencia de que algunos métodos de procesamiento alternativos como el calentamiento en seco, pueden ser más amables con ellos, ayudando a retener sus propiedades protectoras (Nithiyanantham et al., 2012; Singh et al., 2017).

Las leguminosas son mucho más que una simple fuente de proteínas y fibra. En sus cubiertas se esconde un arsenal de compuestos protectores como ácidos fenólicos, flavonoides y taninos, que son los verdaderos artífices de sus propiedades antioxidantes. Estos compuestos ayudan a nuestro cuerpo a combatir el daño celular (Singh et al., 2017), y su potencial antioxidante depende de su estructura química y la cantidad de grupos hidroxilo que contienen (Khang et al., 2016; Singh et al., 2017; Zhu et al., 2020).

LOS FLAVONOIDES: UN TIPO CLAVE DE COMPUESTO FENÓLICO

Los flavonoides, un grupo de compuestos fenólicos presentes en las leguminosas y responsables de sus pigmentaciones, son especialmente valorados por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y protectoras. Su variedad y concentración dependen de la especie y tipo de leguminosa.



Isoflavonas: Son características de las leguminosas, particularmente en la soya. La genisteína y la daidzeína son ejemplos bien estudiados por sus efectos antioxidantes y su potencial para proteger contra enfermedades cardiovasculares y el cáncer (Sibul et al., 2016).

Flavonas: Se encuentran en diversas leguminosas y se distinguen por su sabor amargo. Contribuyen a la reducción de la inflamación y el daño oxidativo (Sang et al., 2017).

Flavanoles (Catequinas): Abundantes en algunas variedades de frijoles, son conocidos por su potente capacidad antioxidante y su potencial para reducir el estrés oxidativo (Spanou et al., 2012; Singh et al., 2017).

Los flavonoides presentan beneficios a la salud como los que se describen a continuación:

Propiedades Antioxidantes: Los flavonoides compuestos, especialmente abundantes en la cubierta de la semilla, incluyen catequinas, proantocianidinas, kaempferol y otros flavonoides que actúan donando electrones o hidrógenos para neutralizar radicales libres y reducir el daño oxidativo en las células (Sibul et al., 2016; Singh et al., 2017; Pei et al., 2020; Zhu et al., 2020; Sharma & Giri, 2022). La capacidad antioxidante varía según la especie de leguminosa y la concentración de flavonoides, aunque generalmente las variedades de color oscuro son las más ricas en estos compuestos (Zhang et al., 2020).

Efectos Antiinflamatorios: los flavonoides pueden inhibir enzimas y factores de transcripción que controlan mediadores de la inflamación, lo que podría ser beneficioso en el tratamiento de enfermedades inflamatorias (Sibul et al., 2016; Sang et al., 2017; Maleki et al., 2019; Al-Khayri et al., 2022).

Protección Cardiovascular: Los flavonoides pueden contribuir a la salud cardiovascular al mejorar la función endotelial y reducir el riesgo de enfermedades del corazón (Sang et al., 2017).

TANINOS CONDENSADOS

Los taninos condensados ofrecen beneficios clave tanto para plantas como para humanos, ya que actúan como antioxidantes, protectores frente a estrés y agentes promotores de la salud. A continuación, la Tabla 2 ilustra sus efectos principales.

Tabla 2. Resumen de beneficios de taninos condensados en plantas y humanos.

Beneficio	Plantas	Humanos	Referencia
Antioxidante	Protección frente a estrés	Protección celular y ADN	Gourlay & Constabel, 2019; Gourlay et al., 2022; Mora et al., 2022.
Defensa/ Recuperación	Resistencia a sequía, UV y plagas	Antimicrobiano y antiparasitario	Gourlay & Constabel, 2019; Gourlay et al., 2022.
Regulación fisiológica	Reciclaje de nitrógeno	Modulación del sistema inmunitario y antiinflamatorio	Mora et al., 2022; Zhang et al., 2023.

CONCLUSIONES

Las leguminosas han demostrado ser mucho más que una simple fuente de proteína y fibra. A través de la evidencia científica revisada en este manuscrito, es claro que sus compuestos fenólicos (flavonoides, ácidos fenólicos y taninos) son los principales responsables de sus propiedades funcionales y de sus significativos beneficios para la salud humana. Estos compuestos actúan como potentes agentes antioxidantes y antiinflamatorios al neutralizar el daño celular y ayudar a prevenir una amplia gama de enfermedades crónicas, desde padecimientos cardiovasculares y diabetes, hasta ciertos tipos de cáncer y enfermedades neurodegenerativas.

Además, los hallazgos demuestran que la bioaccesibilidad de estos compuestos puede ser optimizada mediante procesos como la germinación, lo que incrementa su concentración y, por ende, su potencial terapéutico. Las leguminosas también modulan positivamente la microbiota intestinal, lo que subraya su papel integral en la salud digestiva y la prevención de enfermedades relacionadas.

En un contexto de salud global y sostenibilidad, la inclusión de leguminosas en la dieta diaria no solo es una alternativa nutricional y económica, sino una estrategia efectiva y prometedora para prevenir enfermedades no transmisibles y mejorar la calidad de vida. Para maximizar su aprovechamiento, es esencial continuar



investigando los mecanismos específicos de estos compuestos y sus interacciones con el cuerpo humano.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México por el apoyo brindado a través de proyectos (18515.23-PD y 21105.24-PD) y al Laboratorio Nacional CONAHCYT de Innovaciones Terapéuticas y Sistemas de Liberación Controlada (INNTE-SILCO) por las facilidades otorgadas (Proyecto ApoyoLN-2025-C-94).

Literatura citada

- Al-Khayri, J. M., Sahana, G. R., Nagella, P., Joseph, B. V., Alessa, F. M., & Al-Mssallem, M. Q. (2022). Flavonoids as Potential Anti-Inflammatory Molecules: A Review. *Molecules* 27(9), 2901. <https://doi.org/10.3390/molecules27092901>.
- Apea-Bah, F. B., Drawbridge, P., & Beta, T. (2022). A Generalized Method for Determining Free Soluble Phenolic Acid Composition and Antioxidant Capacity of Cereals and Legumes. *Journal of Visualized Experiments (JoVE)*, (184), e62467. <https://doi.org/10.3791/62467>.
- Bhattacharya, A., Sood, P., & Citovsky, V. (2010). The roles of plant phenolics in defence and communication during Agrobacterium and Rhizobium infection. *Molecular Plant Pathology*, 11(5), 705-719. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00625.x>.
- Caretto, S., Linsalata, V., Colella, G., Mita, G., & Lattanzio, V. (2015). Carbon fluxes between primary metabolism and phenolic pathway in plant tissues under stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(11), 26378-26394. <https://doi.org/10.3390/ijms161125967>.
- Cid-Gallegos, M. S., Sánchez-Chino, X. M., Juárez Chairez, M. F., Alvarez Gonzalez, I., Madrigal-Bujaidar, E., & Jiménez-Martínez, C. (2022). Anticarcinogenic Activity of Phenolic Compounds from Sprouted Legumes. *Food Reviews International*, 38(sup1), 18-33. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1840581>.
- Conti, M. V., Guzzetti, L., Panzeri, D., De Giuseppe, R., Coccetti, P., Labra, M., & Cena, H. (2021). Bioactive compounds in legumes: Implications for sustainable nutrition and health in the elderly population. *Trends in Food Science & Technology*, 117, 139-147. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.02.072>.
- De Camargo, A. C., Favero, B. T., Morzelle, M. C., Franchin, M., Alvarez-Parrilla, E., De La Rosa, L., Geraldi, M., Júnior, M., Shahidi, F., & Schwember, A.R. (2019). Is Chickpea a Potential Substitute for Soybean? Phenolic Bioactives and Potential Health Benefits. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(11), 2644. <https://doi.org/10.3390/ijms20112644>.
- Duarte, R. D., Iannetta, P. P., Gomes, A. M., & Vasconcelos, M. W. (2024). More than a meat-or synthetic nitrogen fertiliser-substitute: a review of legume phytochemicals as drivers of 'One Health' via their influence on the functional diversity of soil-and gut-microbes. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1337653. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1337653>.
- Garcés-Rimón, M., Morales, D., & Miguel-Castro, M. (2022). Potential Role of Bioactive Proteins and Peptides Derived from Legumes towards Metabolic Syndrome. *Nutrients*, 14(24), 5271. <https://doi.org/10.3390/nu14245271>.
- García-Mora, P., Frias, J., Peñas, E., Zielinski, H., Gimenez-Bastida, J. A., Wiczowski, W., Zielinska, D., & Martínez-Villaluenga, C. (2015). Simultaneous release of peptides and phenolics with antioxidant, ACE-inhibitory and anti-inflammatory activities from pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L. var. pinto) proteins by subtilisins. *Journal of Functional Foods*, 18, 319-332. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2015.07.010>.
- Gourlay, G., & Constabel, C. P. (2019). Condensed tannins are inducible antioxidants and protect hybrid poplar against oxidative stress. *Tree Physiology*, 39(3), 345-355. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpy143>.
- Gourlay, G., Hawkins, B. J., Albert, A., Schnitzler, J. P., & Peter Constabel, C. (2022). Condensed tannins as antioxidants that protect poplar against oxidative stress from drought and UV-B. *Plant, Cell & Environment*, 45(2), 362-377. <https://doi.org/10.1111/pce.14242>.
- Hernández-Ruiz, R. G., Olivares-Ochoa, X. C., Salinas-Varela, Y., Guajardo-Espinoza, D., Roldán-Flores, L. G., Rivera-Leon, E. A., & López-Quintero, A. (2025). Phenolic compounds and anthocyanins in legumes and their impact on inflammation, oxidative stress, and metabolism: Comprehensive



- Review. *Molecules*, 30(1), 174. <https://doi.org/10.3390/molecules30010174>.
- Khang, D. T., Dung, T. N., Elzaawely, A. A., & Xuan, T. D. (2016). Phenolic profiles and antioxidant activity of germinated legumes. *Foods* 5, 27–55. <https://doi.org/10.3390/foods5020027>.
- Kulbat, K. (2016). The role of phenolic compounds in plant resistance. *Biotechnology and Food Science*, 80(2), 97-108.
- Kumar, S., & Pandey, G. (2020). Biofortification of pulses and legumes to enhance nutrition. *Heliyon*. (6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03682>.
- Magalhaes, S. C., Taveira, M., Cabrita, A. R., Fonseca, A. J., Valentao, P., & Andrade, P. B. (2017). European marketable grain legume seeds: Further insight into phenolic compounds profiles. *Food Chemistry*, 215, 177-184. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.152>.
- Maleki, S. J., Crespo, J. F., & Cabanillas, B. (2019). Anti-inflammatory effects of flavonoids. *Food chemistry*, 299, 125124. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125124>.
- Martineau-Côté, D., Achouri, A., Karboune, S., & L'Hocine, L. (2024). Antioxidant and Angiotensin-Converting Enzyme Inhibitory Activity of Faba Bean-Derived Peptides After In Vitro Gastrointestinal Digestion: Insight into Their Mechanism of Action. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72(12), 6432-6443. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c00829>.
- Martineau-Côté, D., Achouri, A., Karboune, S., & L'Hocine, L. (2022). Faba bean: an untapped source of quality plant proteins and bioactives. *Nutrients*, 14(8), 1541. <https://doi.org/10.3390/nu14081541>.
- Matemu, A., Nakamura, S., & Katayama, S. (2021). Health benefits of antioxidative peptides derived from legume proteins with a high amino acid score. *Antioxidants*, 10(2), 316. <https://doi.org/10.3390/antiox10020316>.
- Misra, D., Dutta, W., Jha, G., & Ray, P. (2023). Interactions and regulatory functions of phenolics in soil-plant-climate nexus. *Agronomy*, 13(2), 280. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020280>.
- Mora, J., Pott, D. M., Osorio, S., & Vallarino, J. G. (2022). Regulation of plant tannin synthesis in crop species. *Frontiers in genetics*, 13, 870976. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.870976>.
- Moreno-Valdespino, C. A., Luna-Vital, D., Camacho-Ruiz, R. M., & Mojica, L. (2020). Bioactive proteins and phytochemicals from legumes: Mechanisms of action preventing obesity and type-2 diabetes. *Food Research International*, 130, 108905. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108905>.
- Nawaz, T., Nawaz, S., Khalid, W., & Mohamedahmed, K. A. (2023). Dietary phytochemicals beneficial to obesity and cancer management: a review. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 2006-2024. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2240544>.
- Naz, A., Razzaq, K., Raza, N., Hussain, M., Mujtaba, A., Afzal, M., Umer, M., Alsuhaibani, A., Al-Shawi, A., Umar, M., Mushtaq, Z., & Jbawi, E. (2023). Evaluation of enzymatic and non-enzymatic antioxidant potential of sprouted indigenous legumes from Pakistan. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 1230 - 1243. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2207778>.
- Nicolás-García, M., Jiménez-Martínez, C., Perucini-Avenidaño, M., Camacho-Díaz, B. H., Jiménez-Aparicio, A. R., & Dávila-Ortiz, G. (2021). Phenolic Compounds in Legumes: Composition, Processing and Gut Health. In *Legumes Research-Volume 2*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.98202>.
- Nithiyantham, S., Selvakumar, S., & Siddhuraju, P. (2012). Total phenolic content and antioxidant activity of two different solvent extracts from raw and processed legumes, *Cicer arietinum* L. and *Pisum sativum* L. *Journal of food Composition and Analysis*, 27(1), 52-60. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2012.04.003>.
- Pabich, M., & Materska, M. (2019). Biological Effect of Soy Isoflavones in the Prevention of Civilization Diseases. *Nutrients*, 11(7), 1660. <https://doi.org/10.3390/nu11071660>.
- Pei, R., Liu, X., & Bolling, B. (2020). Flavonoids and gut health. *Current Opinion in Biotechnology*, 61, 153-159. <https://doi.org/10.1016/j.cophio.2019.12.018>.
- Rana, S., Broussard, W., Elliott, S., Burow, M. E., & Boue, S. M. (2024). Unraveling the Impact of *Aspergillus sojae*—A Food-Grade Fungus—On Phytoalexins, Phenolic Acids, and the Antioxidant and Antidiabetic Activity of Different Legumes. *Foods*, 13(22), 3533. <https://doi.org/10.3390/foods13223533>.



- Rashad, Y., Aseel, D., & Hammad, S. (2020). Phenolic compounds against fungal and viral plant diseases. In *Plant Phenolics in Sustainable Agriculture: Volume 1* (pp. 201-219). Singapore: Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4890-1_9
- Reyes-Díaz, A., Del-Toro-Sánchez, C. L., Rodríguez-Figueroa, J. C., Valdéz-Hurtado, S., Wong-Corral, F. J., Borboa-Flores, J., González-Osuna, M., Perez-Perez, L., & González-Vega, R. (2019). Legume proteins as a promising source of anti-inflammatory peptides. *Current Protein and Peptide Science*, 20(12), 1204-1217. <https://doi.org/10.2174/1389203720666190430110647>.
- Sang, S., Landberg, R., Agah, S., Kim, H., Mertens-Talcott, S., & Awika, J. (2017). Complementary cereals and legumes for health: Synergistic interaction of sorghum flavones and cowpea flavonols against LPS-induced inflammation in colonic myofibroblasts. *Molecular nutrition & food research*, 61(7), 1600625. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600625>.
- Serventi, L., & Dsouza, L. V. (2020). Bioactives in legumes. In *Upcycling Legume Water: from wastewater to food ingredients* (pp. 139-153). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42468-8_10.
- Sharma, K. R., & Giri, G. (2022). Quantification of phenolic and flavonoid content, antioxidant activity, and proximate composition of some legume seeds grown in Nepal. *International Journal of Food Science*, 2022(1), 4629290. <https://doi.org/10.1155/2022/4629290>.
- Sibul, F., Orčić, D., Vasić, M., Anačkov, G., Nađpal, J., Savić, A., & Mimica-Dukić, N. (2016). Phenolic profile, antioxidant and anti-inflammatory potential of herb and root extracts of seven selected legumes. *Industrial Crops and Products*, 83, 641-653. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.057>.
- Singh, B., Singh, J., Kaur, A., & Singh, N. (2017). Phenolic composition and antioxidant potential of grain legume seeds: A review. *Food research international*, 101, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.026>.
- Singh, J. P., Singh, B., & Kaur, A. (2021). Bioactive Compounds of Legume Seeds. In *Bioactive Compounds in Underutilized Vegetables and Legumes* (pp. 645-665). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44578-2_33-1.
- Spanou, C., Veskoukis, A., Kerasiotti, T., Kontou, M., Angelis, A., Aligiannis, N., Skaltsounis, A., & Kouretas, D. (2012). Flavonoid Glycosides Isolated from Unique Legume Plant Extracts as Novel Inhibitors of Xanthine Oxidase. *Plos One*, 7(3), e32214. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032214>.
- Tawalbeh, D., Al-U'datt, M. H., Wan Ahmad, W. A. N., Ahmad, F., & Sarbon, N. M. (2023). Recent advances in in vitro and in vivo studies of antioxidant, ace-inhibitory and anti-inflammatory peptides from legume protein hydrolysates. *Molecules*, 28(6), 2423. <https://doi.org/10.3390/molecules28062423>.
- Tuncel, N., Kaya, H., Sakarya, F., Andaç, A., Korkmaz, F., Ozkan, G., Tuncel, N., & Çapanoğlu, E. (2025). The Effect of Germination on Antinutritional Components, In Vitro Starch and Protein Digestibility, Content, and Bioaccessibility of Phenolics and Antioxidants of Some Pulses. *Food Science & Nutrition*, 13(5), e70103. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70103>.
- Umar, A., Binobead, M., Khan, H., Sibt-E-Abbas, M., Abro, S., Elshikh, M., Stasiak, M., Grądecka-Jakubowska, K., & Gancarz, M. (2025). Enhanced nutritional contents of dried and germinated legumes with perspective of antioxidant activity and phenolic contents. *International Agrophysics*. 39(2). <https://doi.org/10.31545/intagr/196265>.
- Wallis, C. M., & Galarneau, E. R. A. (2020). Phenolic compound induction in plant-microbe and plant-insect interactions: a meta-analysis. *Frontiers in Plant Science*, 11, 580753. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.580753>.
- Wang, Q., Liu, J., & Zhu, H. (2018). Genetic and Molecular Mechanisms Underlying Symbiotic Specificity in Legume-Rhizobium Interactions. *Frontiers in Plant Science*. (9). <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00313>.
- Yang, J., Lan, L., Jin, Y., Yu, N., Wang, D., & Wang, E. (2021). Mechanisms underlying legume-rhizobium symbiose. *Journal of Integrative Plant Biology*. <https://doi.org/10.1111/jipb.13207>.
- Zhang, L., Guan, Q., Jiang, J., & Khan, M. S. (2023). Tannin complexation with metal ions and its implication on human health, environment and



industry: An overview. *International Journal of Biological Macromolecules*, 253, 127485. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127485>.

Zhu, L., Li, W., Deng, Z., Li, H., & Zhang, B. (2020). The Composition and Antioxidant Activity of Bound Phenolics in Three Legumes, and Their Metabolism and Bioaccessibility of Gastrointestinal Tract. *Foods*, 9(12), 1816. <https://doi.org/10.3390/foods9121816>.

Aviso legal/Nota del editor: Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son exclusivamente de los autores y colaboradores, y no de Agraria ni de sus editores. Agraria y sus editores no se responsabilizan de ningún daño a personas o bienes que resulte de las ideas, métodos, instrucciones o productos mencionados en el contenido.

