

LOS FLAVONOIDES EN NUESTRA ALIMENTACIÓN PARA LA PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES. ¿TUS LOS COMES?

FLAVONOIDS IN OUR DIET FOR THE PREVENTION AND TREATMENT OF DISEASES. DO YOU EAT THEM?

Geraldine Ortiz Melo (1)
Marco Antonio Mora-Ramírez (2)
Ricardo Pérez Avilés (3)

ISSN 2448-5829

Año 10, No. 30, 2024, pp. 116 - 124

RD-ICUAP

<https://orcid.org/0009-0005-9035-2716>
<https://orcid.org/0000-0003-4155-8978>
<https://orcid.org/0000-0003-4616-6615>

Año 10 No. 30
Recibido: 01/febrero/2024
Aprobado: 15/mayo/2024
Publicado: 30/mayo/2024

- (1) Estudiante del Doctorado en Investigación y Educación para la Salud del Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Pue. México
- (2) Autor de correspondencia: geraldine.ortizmelo@viep.com.mx
Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Edificio FCQ 5, CU, Col. Jardines de San Manuel, C.P. 72570, Puebla, Pue. México
e-mail: marco.morar@correo.buap.mx
- (3) Centro de Investigación en Biodiversidad, Alimentación y Cambio Climático (CIBACC) del Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Col. Jardines de San Manuel, C.P. 72570, Puebla, Pue. México,
e-mail: ricardo.perez@viep.com.mx

Resumen

Desde la antigüedad el ser humano ha utilizado los alimentos como fuente nutricional y medicinal para mantener su salud y bienestar. Los flavonoides son sustancias presentes en alimentos de consumo habitual y tienen beneficios en la salud, en particular en el cuidado del corazón, del sistema neurológico, refuerzo del sistema inmune, entre otros. Este artículo tiene como finalidad mostrar los mecanismos químicos y biológicos de los flavonoides en nuestro organismo y cómo contribuyen en la prevención y tratamiento de las enfermedades, además se muestran resultados preliminares sobre la alimentación de la población del Estado de Puebla y detalles en general del cálculo de la ingesta de flavonoides.

Palabras clave: Flavonoides, alimentos, salud, dieta.

Abstract

Since ancient times, human beings have used food as a nutritional and medicinal source to maintain their health and well-being. Flavonoids are substances present in commonly consumed foods and have health benefits, particularly in the care of the heart, the neurological system, and the immune system, among others. The purpose of this article is to demonstrate the chemical and biological mechanisms of flavonoids in our organisms, as well as how they contribute to disease prevention and treatment. The article also presents preliminary results on the diet of the State of Puebla population and provides general details on the calculation of flavonoid intake.

Keywords: flavonoids, food, health, diet.

¿Qué son los flavonoides?

Los flavonoides son compuestos químicos que se encuentran de manera natural en frutas, verduras, cereales, flores, té, vino, entre otros (Pinto et al., 2021). Además, son bien conocidos, a nivel de laboratorio, por sus efectos benéficos en la salud que se atribuyen a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerígenas, y su capacidad para modular la velocidad de ciertos procesos de las células denominadas funciones enzimáticas (Al-Khayri et al., 2022).

Los flavonoides son un tipo de polifenoles, en otras palabras, son una repetición de unidades constituidas por uno o más grupos hidroxilo (-OH) unidos a un grupo de hidrocarburos aromáticos, que permite la posibilidad de encontrar diversas estructuras químicas; se han encontrado alrededor de 8000 tipos de flavonoides (El-Nashar et al., 2021). La Figura 1 muestra las estructuras químicas de los tipos de flavonoides y los alimentos donde se encuentran. La mayoría de los autores coinciden en que existen siete tipos de flavonoides: (1) **Flavanol** que se encuentra en albaricoque, manzana, cacao, vino tinto, té, melocotón, nueces, ciruela y cereza. (2) **Antocianina** que está en el vino tinto, arándanos, uvas, saúco, col morada, tomate y berenjena. (3) **Flavonona** en el jugo de toronja, zumo de naranja, naranja, limas, limón, y cítricos en general. (4) **Flavonol** en el té verde, espárragos, chocolate negro, cebolla, brócoli, puerros, col rizada, aceite de olivo y bayas. (5) **Isoflavona** en soja, tofu, legumbres, y garbanzo. (6) **Flavona** en mezclas de cereales, aceite vegetal, apio, pimienta dulce, manzanilla, perejil, zanahoria, germinado de trigo y chile. Finalmente (7) **Chalcona**, en el jengibre, mora, soja, cítricos, y la manzana.

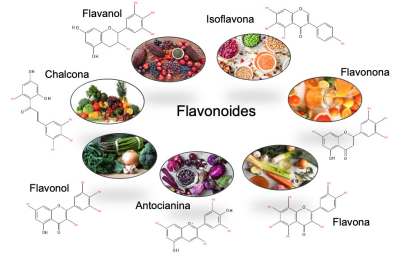


Figura 1. Estructura química de los tipos de flavonoides y alimentos que los contienen. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

Los flavonoides y sus beneficios en salud

Diversas investigaciones han demostrado que los flavonoides tienen propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, anticancerígenas, antibacterianas, antivirales, cardioprotectores y neuroprotectoras, lo cual implica que podrían ser auxiliares en el tratamiento de varias enfermedades como diabetes, cáncer, cardiopatías, insuficiencia renal e incluso en trastornos cognitivos (Minocha et al., 2022; Tang et al., 2016), por lo que ha generado interés en la ciencia, buscando alternativas en la investigación centrándose en la biodisponibilidad, es decir, la capacidad que tienen los flavonoides para que el cuerpo los absorba y los use, además de la síntesis de estos compuestos con el fin de desarrollar nuevos agentes terapéuticos que tengan un beneficio para salud (Pinto et al., 2021).



Figura 2. Alimentos que contienen flavonoides <https://statics-cuidateplus.marca.com/cms/flavonoides.jpg>

Los estudios que se han realizado en torno a la *biodisponibilidad* de los flavonoides señalan que, si no todos, la mayoría se absorben y logran tener un uso en el nuestro cuerpo. La Figura 3 muestra de manera esquemática el transcurso de los flavonoides desde que son digeridos,

absorbidos y eliminados del cuerpo. Este camino comienza vía oral, dado que los flavonoides se encuentran en diversos alimentos. Posteriormente, después de ser digeridos, son absorbidos en el tracto gastrointestinal por *difusión pasiva*, es decir, a través de las membranas del intestino delgado, y posteriormente sufren una transformación, en dos localizaciones. En primer lugar, en el hígado, por medio de reacciones de biotransformación (*fase I*) en donde se convierte el compuesto en uno de tamaño más pequeño y con mayor solubilidad para que se pueda utilizar y eliminar de manera fácil. En segundo lugar, en el colon, mediante reacciones de biotransformación de *fase II* (*conjugación* o *reacciones de conjugación*), en las que los microorganismos degradan los flavonoides no absorbidos para ser eliminados de forma rápida y fácil (Rubio-Sánchez, 2009).

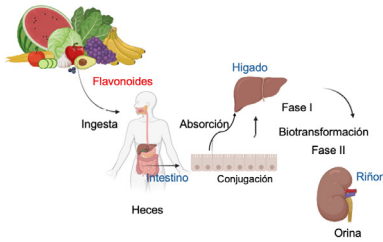


Figura 3. Esquema representativo del metabolismo de los Flavonoides en el ser humano <https://www.biorender.com/>

Así mismo, Cao y col (2022) han realizado investigaciones *in vivo* e *in vitro* de los beneficios que tienen los flavonoides sobre la salud, demostrando que estos compuestos aumentan la sensibilidad a la insulina y mejoran los niveles altos de azúcar en la sangre. Permitiendo disminuir el riesgo a diabetes, uno de los problemas de salud pública más frecuentes en el mundo; se ha señalado que los flavonoides muestran la capacidad de disminuir la presión arterial al reducir los niveles de especies reactivas de oxígeno (ROS) y los niveles de óxido nítrico (NO). Son moléculas producidas como una consecuencia del metabolismo aeróbico fisiológico normal que en gran cantidad pueden ocasionar daño celular; por lo que puede minimizar el riesgo a enfermedades cardiovasculares y la hiperactividad del sistema nervioso simpático (Cao *et al.*, 2022; Scutiero *et al.*,

2017; Bruno y Ghiadoni, 2018); otro de los beneficios que tienen los flavonoides es la prevención y tratamiento de lesiones renales, ya que inhiben la inflamación y el estrés oxidativo, que es el desequilibrio entre las ROS y los antioxidantes, lo que provoca estrés en la célula, siendo precursores de las enfermedades renales.

Por último, también se ha demostrado que los flavonoides tienen la capacidad de interferir con los procesos de carcinogénesis (Cao *et al.*, 2022), puesto que tienen la característica de interrumpir la proliferación e invasión de células cancerosas y mitigar la metástasis, es decir, la propagación de células cancerosas en diferentes órganos del cuerpo (El-Nashar *et al.*, 2021; Pinto *et al.*, 2021). Esto podría ser potencialmente utilizado para reducir la tasa de mortalidad por cáncer (OMS, 2015); una enfermedad agresiva que resulta de la proliferación descontrolada de células anormales y que son invasivas.



Figura 4. Alimentos necesarios en una dieta saludable [https://www.verywellhealth.com/thmb/a1WuFCLa4IAU-B2vLBRFjBYM=/1500x0/filters:no_upscale\(\)/max_bytes\(150000\)/strip-icc\(\)/Gettyimages-1329973407-7083404b365246968ee96d3ad0860864.jpg](https://www.verywellhealth.com/thmb/a1WuFCLa4IAU-B2vLBRFjBYM=/1500x0/filters:no_upscale()/max_bytes(150000)/strip-icc()/Gettyimages-1329973407-7083404b365246968ee96d3ad0860864.jpg)

Importancia de conocer la ingesta de flavonoides

Actualmente, la ciencia coloca a los flavonoides, como uno de los compuestos más importantes en las investigaciones relacionadas con el tratamiento de diversas enfermedades, siendo estos abundantes en alimentos, con la capacidad de ejercer efectos beneficiosos en el funcionamiento del cuerpo humano. Desde esta perspectiva se observa a estos compuestos como alternativa y punto de partida para incentivar el consumo frecuente en la dieta de alimentos que contienen estos compuestos para ayudar en la prevención de enfermedades y en tal caso en el tratamiento

de estas. Es **importante determinar** ¿cuál es la ingesta de flavonoides en diversos grupos de la población?, ¿cómo incentivar el consumo de flavonoides en la dieta de la población? ¿Cuál es el consumo apropiado de flavonoides para la obtención de sus beneficios? El siguiente paso indiscutible será realizar investigaciones sobre la ingesta de flavonoides en la población con el fin de promover una alimentación saludable que beneficie la salud de todos y, por otro lado, profundizar más sobre los efectos específicos a nivel celular que tiene cada flavonoide y que incide de manera favorable en la salud humana.

Sobre la ingesta de flavonoides en Puebla

Un punto de partida para conocer la ingesta de flavonoides en la población mexicana son los datos de la encuesta nacional de salud y nutrición (ENSANUT), que permiten conocer a nivel general el consumo de alimentos por tipo, y desagregados por nivel socioeconómico, edad, género, ubicación (urbana, rural), entre otras. Recientemente, a través un proyecto de investigación del doctorado en investigación y educación para la salud del Instituto de Ciencias de la BUAP, se ha comenzado a realizar el análisis de las bases de datos de ENSANUT (2018) para el estado de Puebla. Con el propósito de conocer el consumo general de alimentos en esta población con diversas condiciones sociales, económicas, de género y edades. Los datos preliminares obtenidos nos muestran una alimentación variada con un alto consumo de comida rápida, botanas, dulces y postres, y en contraste un consumo deficiente de verduras, frutas y leguminosas, tanto en zonas urbanas como

rurales, hombres o mujeres e incluso en los diferentes estratos sociales.

Toda vez que se conocen las cantidades o porciones de ingesta de alimentos para dicha población, es posible determinar la ingesta de flavonoides totales. Para ello se puede emplear la base de datos de alimentos del Departamento de Agricultura de los U.S., conocida como USDA (por sus siglas en inglés), que contiene datos sobre la cantidad de flavonoides (mg) presentes en los alimentos. Los datos de USDA se pueden vincular con los datos de consumo de alimentos (ENSANUT) y con ello estimar el consumo de flavonoides por tipo de alimento que consumen los habitantes de una población. La figura 3 muestra resultados preliminares de la ingesta de flavonoides (mg día⁻¹ persona⁻¹) en los habitantes de Puebla (ENSANUT 2018), desagregados por género (hombre, mujer), edad (12, 16, 20 y 27 años), zona (rural, urbano) y nivel socioeconómico que para el caso de zona rural se compone de dos clases (baja y media) y para el caso urbano se compone de cuatro clases (alto, bajo, medio alto, medio bajo). De los resultados preliminares se puede observar una baja ingesta de flavonoides entre el grupo de edades seleccionados tanto para hombre como para mujeres e incluso en los diferentes estratos económicos. Si bien, diversos estudios a nivel mundial mencionan una ingesta promedio de 626 mg día⁻¹, esta ingesta únicamente se ve en los individuos de 12 años y en zona rural. Sin embargo, cabe mencionar que falta información del contenido de flavonoides en los alimentos que son comúnmente consumidos en la población mexicana, no obstante se refleja la necesidad de promover hábitos de alimentación saludables que incluyan a los flavonoides en la dieta.

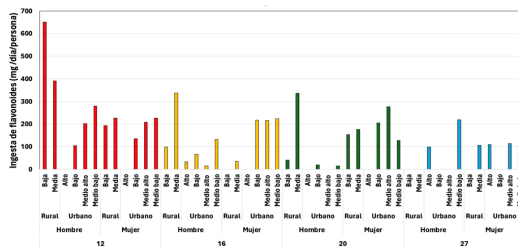


Figura 3. Estimación de la ingesta de flavonoides (mg día⁻¹ persona⁻¹) de la población muestra del Estado de Puebla desagregada, de acuerdo con la calidad de alimentación reportada en ENSANUT 2018

A través del análisis completo de la ingesta de flavonoides, se espera investigar si los niveles de consumo de flavonoides son adecuados, en comparación con otros países y estados de la república mexicana (p. ej., Yucatán; Marín-Canul *et al.*, 2023). Así mismo, determinar si los consumos de flavonoides siguen un patrón conforme a la edad, o alguna tendencia respecto a las zonas rurales o urbanas, entre otras. Con la intención de establecer un marco de referencia que sirva de base para desarrollar una estrategia de intervención educativa.

Para concluir

Si la medicina preventiva llega a nuestra mesa mediante los alimentos, saltan las siguientes preguntas: ¿cuáles son las enfermedades de la población?, y ¿de qué fallece la población? De acuerdo con Díaz (2023) en México se presentan enfermedades propias de países desarrollados como la diabetes, hipertensión, problemas cardiovasculares, cáncer, exceso de masa corporal y obesidad. Se suman problemas característicos de naciones en desarrollo, como la desnutrición, problemas gastrointestinales y muerte materno-infantil, relacionados con carencias. Según INEGI (2023) las cinco principales causas de muerte a nivel nacional fueron: enfermedades del corazón, diabetes mellitus, tumores malignos, enfermedades del hígado y accidentes.

El análisis de la dieta de la población mexicana muestra su relación con enfermedad y mortalidad. La adopción de patrones occidentalizados de alimentación se asocia con obesidad, hipertensión, diabetes y síndrome metabólico, en comparación con un patrón rural o tradicional (Rodríguez *et al.* 2022), que predominaba hace años. En 2021, el consumo de frutas y verduras fue bajo en todos los grupos poblacionales (solo entre el 23 y 43% de la población consume verduras diariamente). La cantidad consumida de leguminosas es muy baja. En contraparte, el 75% de la población consume bebidas endulzadas y los consumos son altos (550 a 600 mL en adolescentes y adultos) y para complementar hay una tendencia a mayor consumo de grupos de alimentos

no recomendables y menor consumo de leguminosas en población urbana (Rodríguez *et al.* 2022). Respecto a los grupos de alimentos no recomendables, el grupo con más consumidores fue el de las bebidas endulzadas (82.6% en preescolares, 93.6% en escolares, 90.3% en adolescentes y 76.3% en adultos). Más de la mitad de preescolares y escolares fueron consumidores de botanas, dulces y postres (53.6 y 58.8%, respectivamente). Cerca de 20% de los adolescentes reportó haber consumido carnes procesadas y más de 40% en todos los grupos de edad, cereales dulces (Gaona-Pineda *et al.* 2023). Los alimentos no recomendables que presentaron mayores porcentajes de consumidores son fuente de glúcidos libres, grasas no saludables y sodio, los cuales se han relacionado con riesgo de exceso de masa corporal y obesidad, resistencia a la insulina, diabetes, dislipidemias e hipertensión, entre otras enfermedades crónicas no transmisibles. (Gaona-Pineda *et al.* 2023)

Una alternativa para generar interés e importancia en torno al consumo de flavonoides en la dieta de la población es la intervención educativa como medio para fomentar hábitos que influyen de manera positiva en la salud de las personas, aun cuando los hábitos suelen ser difíciles crear y establecer; impulsar la educación alimentaria en sociedades como México permitiría minimizar en gran medida los riesgos de enfermedades presentes en esta sociedad, mejorando de esa manera su calidad de vida, teniendo cuenta su entorno social, ambiental, cultural y económico en el que se encuentran. Las siguientes preguntas guiaron el contenido de este ensayo: ¿qué son los flavonoides? ¿Qué beneficios tiene para la salud? ¿Cómo funcionan en nuestro organismo?, y ¿cómo podemos a partir de una alimentación saludable mejorar la calidad de vida? Las respuestas que hemos presentado esperamos que permitan al lector empoderarse para el cuidado de su salud como eje fundamental de la vida y que llegue incluso a ser una prioridad desde la niñez hasta la vida adulta, que se fomente la comunicación asertiva de la salud con el único fin de generar el bienestar integral de todos.

Conflicto de interés

Los autores de este manuscrito declaran no tener ningún tipo de conflicto de interés.

Declaración de Privacidad

Los datos de este artículo, así como los detalles técnicos para la realización del experimento, se pueden compartir a solicitud directa con el autor de correspondencia.

Los datos personales facilitados por los autores a RD-ICUAP se usarán exclusivamente para los fines declarados por la misma, no estando disponibles para ningún otro propósito ni proporcionados a terceros.

Agradecimientos

Agradezco al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por el apoyo otorgado con la beca dentro del programa 989630 de Doctorado en Investigación y Educación para la Salud del Instituto de Ciencias.

Referencias

- 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, 2901.
- Bruno, R. M, & Ghiadoni, L. (2018). Polyphenols, Antioxidants, and the Sympathetic Nervous System. *Curr Pharm Des.* 24(2):130-139. doi: 10.2174/1381612823666171114170642. PMID: 29414540.
- Cao, Y. L., Lin, J. H., Hammes, H. P., & Zhang, C. (2022). Flavonoids in Treatment of Chronic Kidney Disease. *Molecules*, 27, 2365. doi: 10.3390/molecules27072365. PMID: 35408760; PMCID: PMC9000519.
- Díaz, P. (2023). Salud en México: compleja convivencia de enfermedades. *UNAM Global revista.* Abril 2023. Disponible en https://unamglobal.unam.mx/global_revista/salud-en-mexico-compleja-convivencia-de-enfermedades/
- El-Nashar, H. A. S., El-Din, M. I. G., Hritcu, L., & Eldahshan, O. A. (2021). Insights on the Inhibitory Power of Flavonoids on Tyrosinase Activity: A Survey from 2016 to 2021. *Molecules*.
- Gaona-Pineda, E. B., Rodríguez-Ramírez, S., Medina-Zacarias, M. C., Valenzuela-Bravo, D., Martínez-Tapia, B., & Arango-Angarita, A. (2023). Consumidores de grupos de alimentos en población mexicana. *Ensanut Continua 2020-2022. Revista Salud pública de México / vol. 65, suplemento 1 de 2023. S248- S258.* Disponible en <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2022/doctos/analiticos/32-Consumidores.de.alimentos-ENSANUT2022-14785-72521-3-10-20230620.pdf>
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023, julio). Comunicado de prensa núm. 419/23 26 de julio página 1/90. Estadísticas de defunciones registradas (edr) 2022 <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/EDR/EDR2022.pdf>
- Minocha, T., Birla, H., Obaid. A. A., Rai, V., Sushma, P., Shivamallu, C., Moustafa, M., Al-Shehri, M., Al-Emam, A., Tikhonova, M. A., Yadav, S. K., Poeggeler, B., Singh, D., & Singh, S. K. (2022). Flavonoids as Promising Neuroprotectants and Their Therapeutic Potential against Alzheimer's Disease. *Oxid Med Cell Longev.* Aug 28; 2022: 6038996. doi: 10.1155/2022/6038996. PMID: 36071869; PMCID: PMC9441372.
- NCBI, National Center for Biotechnology Information. (2023). National Library of Medicine. Explore Chemistry. Quickly find chemical information from authoritative sources. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
- OMS, Organización Mundial de la Salud. (2015). Estilo de vida base de la calidad de vida. Organización Mundial de la Salud –OMS-2015. <https://www.who.int/es>
- Pinto, C., Cidade, H., Pinto, M., & Tiritan, M. E. (2021). Chiral

Flavonoids as Antitumor Agents. *Pharmaceuticals*, 14, 1267. MDPI AG. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.3390/ph14121267>

Rodríguez, S., Gaona, B., Martínez, B., Valenzuela, D., Arango, A., & Medina, C. (2022). Dieta. Consumo de grupos de alimentos. Instituto Nacional de Salud Pública-Secretaría de Salud. Disponible en <https://www.coursehero.com/file/209687255/221004-dietapdf/>

Rubio-Sánchez, S. (2009). Flavonoides con actividad antitumoral: identificación y estudio del mecanismo de acción. Para obtener el grado Doctor ciencia y tecnología de los alimentos y departamento de ciencias clínicas. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.

Scutiero, G., Iannone, P., Bernardi, G., Bonaccorsi, G., Spadaro, S., Volta, C. A., & Nappi, L. (2017). Oxidative Stress and Endometriosis: A Systematic Review of the Literature. *Oxid Med Cell Longev*. 7265238. doi: 10.1155/2017/7265238. Epub 2017 Sep 19. PMID: 29057034; PMCID: PMC5625949.

Tang, Z., Li, M., Zhang, X., & Hou, W. (2016). Dietary flavonoid intake and the risk of stroke: a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ Open*. Jun 8;6(6): e008680. doi: 10.1136/bmjopen-2015-008680. PMID: 27279473; PMCID: PMC4908865.