

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.873>

Propiedades farmacológicas del chile (*Capsicum*) y sus beneficios en la salud humana: Una revisión bibliográfica

Pharmacological properties of chili (*Capsicum*) and its benefits on human health: A bibliographical review

Pedro López Ordaz

plopezor@ipn.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1121-355X>

Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México – México

Jorge Yáñez Fernández

jyanezfe.ipn@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7467-7485>

Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México – México

Artículo recibido: 07 de julio de 2023. Aceptado para publicación: 24 de julio de 2023.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen


Desde la antigüedad las plantas medicinales se han empleado en la salud humana en forma de medicinas tradicionales y especias alimentarias. El chile (*Capsicum*) es uno de los frutos que se consumen habitualmente en la vida cotidiana a nivel mundial como alimento y se usa como medicina tradicional para tratar diversas enfermedades. Se ha reportado que posee propiedades biológicas como antioxidantes, analgésicos, antiinflamatorios, estimulación del sistema inmunológico, y pueden tratar enfermedades contra el cáncer, diabetes tipo II y obesidad. Se ha evaluado que los extractos del chile contienen capsaicinoides, carotenoides, fenoles, vitaminas (A, B, C y E), minerales como hierro, potasio, magnesio. Los capsaicinoides proporcionan el grado de pungencia e inducen las actividades biológicas, incluidas las antibacterianas, antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas entre otros. Esta revisión examina la importancia del uso del chile y sus beneficios medicinales y alimentarios

Palabras clave: antioxidante, capsaicina, capsaicinoides, chile, pungencia, vitaminas

Abstract

Since ancient times, medicinal plants have been used for human health in the form of traditional medicines and food spices. Chili (*Capsicum*) is one of the fruits commonly consumed worldwide as food and is used as a traditional medicine to treat various diseases. It has been reported to possess biological properties such as antioxidant, analgesic, anti-inflammatory, immune system stimulation, and can treat cancer, type II diabetes, and obesity. It has been evaluated that chili extracts contain capsaicinoids, carotenoids, phenols, vitamins (A, B, C, and E), and minerals such as iron, potassium, and magnesium. Capsaicinoids provide a degree of pungency and induce biological activities, including antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer, among others. This review examines the importance of chili use and its medicinal and dietary benefits.

Keywords: antioxidant, capsaicin, capsaicinoids, chile, pungency, vitamins

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

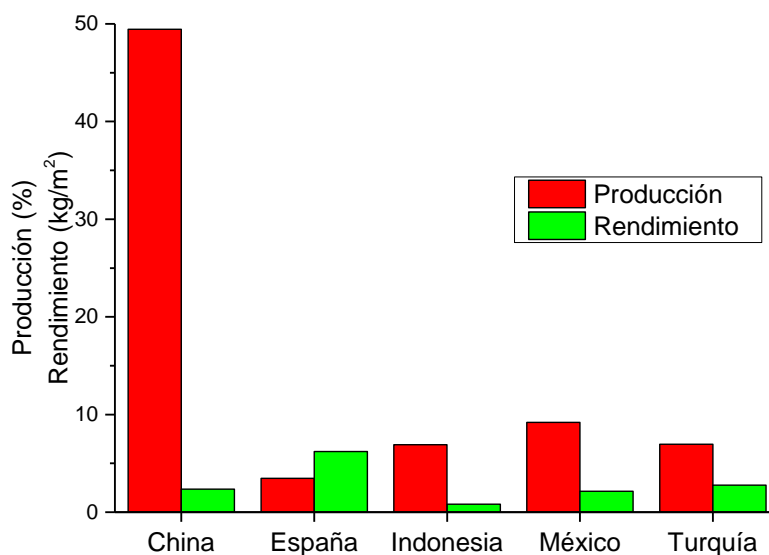
Como citar: López Ordaz, P., & Yáñez Fernández, J. (2023). Propiedades farmacológicas del chile (*Capsicum*) y sus beneficios en la salud humana: Una revisión bibliográfica. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(2), 3827–3840.
<https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.873>

INTRODUCCIÓN

La planta del chile corresponde al género *Capsicum* (C) y a la familia Solanaceae, son conocidas como verduras y especias, se consumen frecuentemente por su valor nutricional y medicinal (1). El género *Capsicum* es procedente del Continente Americano, comprende de 20 a 30 especies silvestres y cinco taxones domesticados: *C. annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. pubescens* (2). La aceptación de los chiles inicia 8,000 años antes de Cristo (a. de C.) y cubren una amplia variedad de tamaños, formas, colores y pungencia (2,3). En la actualidad hay cinco especies domesticadas de chile, por lo que, *C. baccatum* y *C. chinense* fueron domesticados en el norte de Sudamérica mientras que *C. annum*, *C. frutescens* y *C. pubescens* se domesticaron en México, su nombre común viene del náhuatl (chilli o xilli) (2,4). De acuerdo con lo reportado por la FAOSTAT, (2020), a nivel mundial se producen 36,771,482 toneladas de chile, mostrando un aumento del 2.17% referente al año 2017. Asimismo, se registró un aumento del 1.4% de la superficie cosechada acorde al mismo período. Por lo que, el rendimiento aumentó de 15.5 ton/ha a 18.5 ton/ha desde el 2008 al 2018. De acuerdo a lo reportado por la, FAOSTAT, (2020), China, México, Turquía, Indonesia y España produjeron en el 2018 el 75.97% de chile con una superficie del 67.67%.

Figura 1

Producción y rendimiento mundial de chile



Fuente: FAOSTAT, (2020)

Los frutos verdes del chile son utilizados como verdura y los frutos secos maduros como especia por lo que, el chile brinda sabor, color y puede ser utilizado como conservador alimentos, así también, es utilizado con fines medicinales (5,6). La pungencia del chile se describe como calor o grado de picor y se debe a la capsaicina (C₁₈H₂₇NO₃) presente en el fruto, lo cual, constituye aproximadamente el 69% de los capsaicinoides (7,8). Además, las plantas de chile al llevar a cabo la síntesis de las capsaicinas inducen su propia protección ante microbios, hongos y herbívoros (9). Por otro lado, Guevara et al., (2019), reportaron que, los chiles se usan tradicionalmente para estimular el apetito y la circulación sanguínea, además, contiene una buena fuente de carotenoides, capsaicinoides y tocoferoles (10).

Actualmente se ha reportado que los compuestos bioactivos extraídos del Chile tienen una variedad de efectos farmacológicos favorables a la salud, como antibacteriano, antioxidantes, artritis, analgésicos, antiinflamatorios, antiartríticos, anticancerígenos, prevención de enfermedades vasculares y metabólicas (11). Asimismo, las capsaicinas se han implementado en cremas para disminuir dolores postoperatorios en pacientes de mastectomía (12). Hasta la fecha, se ha demostrado que a bajas concentraciones de capsaicinas se favorece la actividad biológica, sin embargo, al consumir altas concentraciones de capsaicinas causa daños en el tracto gastrointestinal (TGI), como; dolor gastrointestinal, acidez estomacal, y diarrea (13). Los frutos del Chile son buenas fuentes de vitaminas (A, B6, C, E, K) y minerales (calcio, hierro, folato, magnesio, potasio y tiamina), así como, las oleorresinas, que mejora el color y sabor en los alimentos (14).

METODOLOGÍA

En el presente trabajo se llevó a cabo una investigación de revisión bibliográfica de 5 a 10 años atrás en revistas científicas recolectados de buscadores confiables como Elsevier y Google académico, con la finalidad de extraer información importante para desarrollar el cuerpo de la investigación. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión bibliográfica fue recapitular la información asociada a su composición química, compuestos nutricionales, propiedades y farmacológicas del Chile causada por la capsaicina, así también, proporciona sugerencias para la seguridad biológica en la salud humana

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química

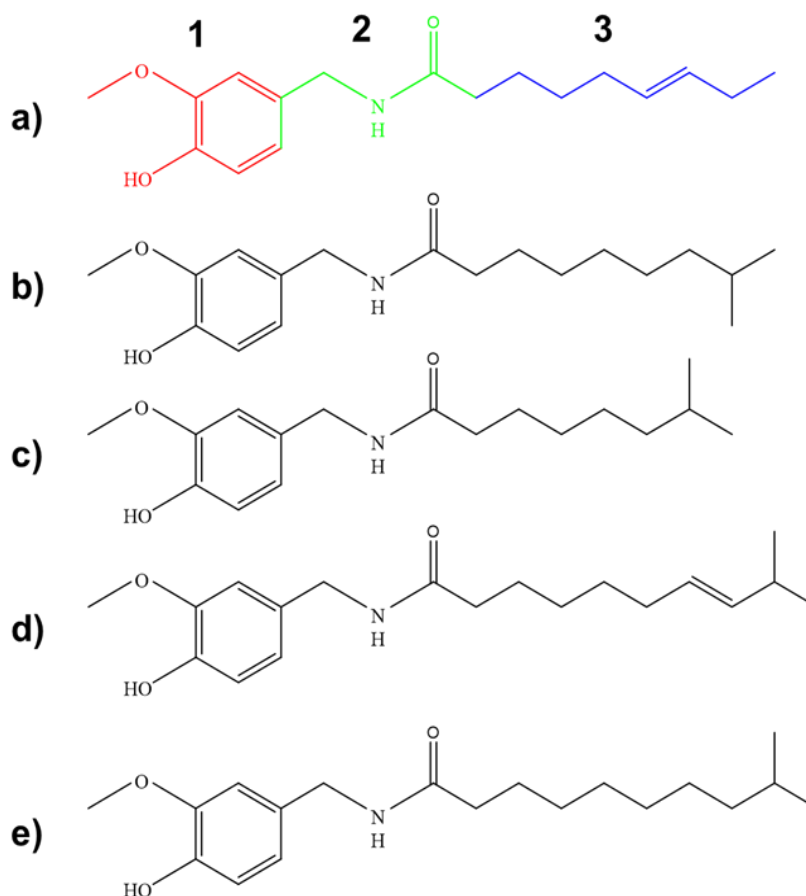
El Chile está compuesto por sustancias químicas como capsainoides, carotenoides, flavonoides, polifenoles, esteroides, glucósidos esteroideos y macronutrientes.

Capsainoides

La capsaicina es conocida como un alcaloide cristalino, lipófilo, inodoro e incoloro, es soluble en alcohol y aceite, su estructura molecular es (C₁₈H₂₇N₃O₃) conocida como trans-8-metil-N-vainillil-6-nonenamida y su masa molecular es de 305.40 g/mol (15). El grado de pungencia lo determina el anillo de benceno que está unido a un grupo acilo (16,17), como se muestra en Figura 2 a1. El grado de pungencia se puede medir mediante las unidades de calor Scoville (SHU, siglas en inglés, Scoville Heat Units) (2,15). La Capsaicina brinda el sabor picante causado por los metabolitos secundarios procedentes de la síntesis de las vainillilaminas que se agrupan en el tejido epidérmico (18). Por lo tanto, el grado de picor presentes en Chile, depende concentración de capsainoides (19).

Figura 2

Estructuras químicas a) capsaicina, b) dihidrocapsaicina, c) nordihidrocapsaicina, d) homocapsaicina, y e) homodihidrocapsaicina



Fuente: Zhang et al., (2021)

La estructura química de las capsaicinas está formada por tres partes: región de la cabeza está formada por un grupo vainillo (Figura 2 a1), la región del cuello (Figura 2 a2) contiene un grupo amida, y la región de la cola forma un ácido graso (Figura 2 a3). El grupo vainillo después de la donación del hidrógeno tiende a formar radicales estables como el principal sitio activo de los capsaicinoides, para la eliminación de radicales e interacción con enzimas, membranas celulares y receptores nerviosos (20). Los capsaicinoides son producidos como metabolitos secundarios en el tejido epidérmico de los frutos de chile mediante la reacción enzimática de vainililamina y cadenas de ácidos grasos (21,22). La capsaicina representa el 69%, dihidrocapsaicina (22%), nordihidrocapsaicina (7%), homocapsaicina (1%) y homodihidrocapsaicina (1%) (12, 23) (Figura 2). Los capsaicinoides poseen propiedades como antioxidantes, antiinflamatorios, anticancerígenos y ayuda al metabolismo energético (24). Así también, contiene aminoácidos esenciales para el ser humano como el triptófano, lisina y fenilalanina (15).

Carotenoides y flavonoides

Los compuestos fenólicos que destacan en el chile son: luteolina, quercetina, rutina, apigenina y catequina (25). Así también, Troconis, (2012) reportó la presencia de ácido gálico, cumárico y cinámico. El contenido de estos compuestos dependerá del cultivo y grado de madurez (26). El chile es una buena fuente de carotenoides, contiene también α -caroteno, β -luteína y zeaxantina

(27). La presencia de β -carotenos en las vainas de los chiles rojos ayudan en la protección contra el cáncer y enfermedades del corazón (28). El chile verde contiene 83.5 mg/kg de flavonoides totales, estos flavonoides están directamente influenciados por el genotipo y el proceso de maduración (29). Los flavonoides comunes son, glucósidos de flavonol (luteolina-glucósido, quercetina-3-glucósido y kaempferol-3-O-glucósido), glucósidos de flavanona (naringenina-diglicósido) y flavanol (catequina) (10). Además, existen algunos ácidos fenólicos como clorogénico, cafeico, gálico, ferúlico y contiene lanostenol como esteroides y glucósidos esteroideos (27).

Compuestos Nutricional del Chile

Bosland & Votava, (2012), reportan la presencia de provitamina A (α -caroteno, β -caroteno y β -criptoxantina), vitaminas (A, B1, B6, C, E), flavonoides como (β -caroteno, α -caroteno, luteína, zeaxantina y criptoxantina), además, presentan minerales como (boro, calcio, cobre, fósforo, hierro, potasio, manganeso, magnesio, selenio, sodio y zinc). Por otro lado, se ha reportado presencia de aminoácidos como la arginina, tirosina, metionina, prolina, lisina, triptófano, asparagina, leucina, valina, glicina, fenilalanina, treonina, alanina y ácido glutámico (30). Algunos estudios han reportado que los componentes de los frutos del chile pueden prevenir daño celular, trastornos cardiovasculares y Alzheimer, entre otras enfermedades (7,19). La tabla 1 muestra la composición nutricional con base a 100 g de chile verde crudo, rojo crudo y chile seco. De acuerdo a lo reportado por, Pundir et al., (2016); Dias et al., (2016); Wiedemann et al., (2018); de Sá Mendes et al., (2020), mencionan que, estos compuestos bioactivos se producen como metabolitos secundarios llamados capsaicinoides, este compuesto atribuye el aroma, color y el sabor conocido como pungencia o picor.

Tabla 1

Valor nutricional del chile

| Composiciones | Chile verde crudo kcal | Chile rojo crudo kcal | Chile seco kcal |
|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
| Kcal | 40 | 18 | 16.7 |
| Carbohidratos | 33.4 | 14.3 | 7.0 |
| Grasa | 1.7 | 1.7 | 7.6 |
| Proteínas | 4.9 | 2.1 | 2.1 |

Fuente: Chakrabarty et al., (2021)

Efectos de los compuestos bioactivos del chile en la salud humana

La senectud y el incremento de enfermedades a nivel mundial en las personas han inducido a causar problemas de salud, por ejemplo, la diabetes, cáncer, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, las cuales, están relacionadas en los procesos oxidativos (31). Las propiedades biológicas de los compuestos bioactivos evitan el deterioro oxidativo de radicales libres al inhibir la oxidación de lípidos, proteínas y ADN, llevándose a cabo mediante mecanismos como la unión de enzimas, transporte de hormonas, (32,33). Hasta ahora, la aplicación de estos compuestos bioactivos funciona como antioxidante, analgésico, antiinflamatorio, antitumoral y anticancerígeno (34,35). Por otro lado, los carotenoides, pueden evitar contraer enfermedades como el catarro, úlceras gástricas, diabetes, diarrea, cardiovasculares, cáncer y síndrome metabólico (36). Asimismo, los carotenoides actúan como antioxidantes ya que una de las grandes funciones es proteger a las células del daño oxidativo, así como, retrasar el envejecimiento y fortalecer el sistema inmunológico (37). Además, los compuestos bioactivos más comunes para limitar la exposición a desarrollar cataratas, cáncer, Párkinson y Alzhéimer, son los carotenoides, compuestos fenólicos, vitaminas C y E (38).

Propiedades farmacológicas

Actividad antioxidante

Los frutos del chile contienen compuestos fitoquímicos, así como, fenoles neutros y flavonoides que son importantes para diseñar una dieta, proporcionando beneficios nutricionales, bioquímicos y farmacológicos, incluyendo efectos antialérgicos, antiinflamatorios, antioxidantes, y puede prevenir enfermedades degenerativas, además, los antioxidantes pueden evitar problemas de faringe, boca, esófago, estómago, colon, cánceres de pulmón y del corazón, así como el envejecimiento prematuro (39). Hossain et al., (2008), demostraron que, la capsaicina inhibe cambios bioquímicos provocados por la radiación, incluyendo la peroxidación de lípidos, oxidación de proteínas y puede actuar como antioxidante. Además, se ha demostrado que los lípidos no son los únicos materiales que se oxidan, ya que las proteínas y el ADN también son susceptibles a procesos de oxidación (40). Mori et al., (2006); Hong et al., (2015), han reportado que el consumo de capsaicina concede un efecto sinérgico en la combinación de 5-fluorouracilo (5-FU), asimismo, mejora la sensibilidad a los medicamentos del colangiocarcinoma (CCA), siendo un tipo de cáncer resistente a múltiples fármacos.

Actividad antiinflamatoria

Los chiles contienen un compuesto fenólico llamada 8-metil-N-vanillil-6-nonenamida capsaicina, este compuesto brinda la pungencia y tiene la funcionalidad de inhibir la sustancia P, que es un neuropéptido vinculado a procesos inflamatorios (41). La capsaicina reduce la inflamación al estimular el flujo sanguíneo. Nagy et al., (2015), reportaron, que a partir de una dieta de capsaicina es posible disminuir la artritis. En la actualidad, la capsaicina está ofreciendo un tratamiento efectivo para tratar los trastornos de fibras nerviosas sensoriales, psoriasis, neuropatía diabética y tratamientos en el área biomédica (42).

Analgésico natural

Desde hace más de 50 años, ha sido aprobado el efecto analgésico de la capsaicina. Además, ha sido demostrado que la capsaicina al 8 %, muestra una efectividad en control del dolor neuropático resultante de la neuropatía periférica y neuralgia posherpética (43).

Cardiovascular

Los capsaicinoides tienen efectos benéficos sobre el sistema cardiovascular en seres humanos, disminuye el riesgo de infarto miocardio, enfermedad coronaria, actividad de los factores de coagulación, embolia pulmonar hipertensión y aterosclerosis (44). Este efecto se lleva a cabo debido a que la capsaicina atraviesa la membrana plasmática de las plaquetas brindando mayor fluidez reduciendo el colesterol y niveles de triglicéridos en la sangre (44,45). Por lo tanto, consumir habitualmente chile puede prevenir la destitución de grasas en los vasos sanguíneos provocada por los radicales libres, evitando el desarrollo de la aterosclerosis, presión arterial y frecuencia cardíaca (46).

Agente gastroprotector

El consumo de chiles en algunas personas puede causar molestias gastrointestinales. Sin embargo, el chile previene el desarrollo de úlceras estomacales eliminando bacterias patógenas ingeridas e incrementando la secreción de mucosa en el estómago (15). La capsaicina tiene propiedades antibacterianas especialmente contra la bacteria *Helicobacter pylori*, causante de la úlcera estomacal (47). Los efectos farmacológicos tanto benéficos o perjudiciales de la aplicación de los capsaicinoides dependen de la dosificación y tiempo del tratamiento. Arora et al., (2011), demostraron que, la sensibilidad de los nervios sensoriales a la capsaicina está directamente involucrado en un mecanismo de defensa en contra de úlcera gástrica,

disminuyendo daños en la mucosa gastrointestinal debido a la estimulación de la capsaicina en bajas concentraciones. Por consiguiente, la capsaicina activa dos receptores de potencial transitorio (TRP) que codifican proteínas, TRP vaniloides 1 (TRPV1) y TRP ankyrin 1 (TRPA1). Luo et al., (2013), reportó que, en bajas concentraciones de capsaicina se regula secreción del ácido gástrico mediante la liberación de péptidos vinculados al gen de la calcitonina a través de la activación de TRPV1.

Anti-rinitis

Bernstein et al., (2011), reportaron que, el consumo de chile puede mejorar la secreción nasal, aliviando la congestión nasal. Así también la capsaicina es utilizada en los aerosoles nasales para aliviar las alergias y problemas de rinitis alérgica ya que posee actividad antiinflamatoria.

Anticancerígeno

El Instituto Americano de Investigación del Cáncer (AICR), señaló que la capsaicina tiene un efecto anti proliferativo ante el cáncer de próstata humano. Mori et al., (2006) reportó que, el mecanismo anticancerígeno del chile está relacionado con los desencadenamientos de líneas celulares de cáncer de próstata, expresión tardía del antígeno prostático específico (PSA), Inhibición de la transcripción de PSA, y alteración de las células mitocondriales. Hayman et al., (2008), en un estudio con ratones demostraron que la capsaicina suministrada por vía oral reduce el apetito, disminución de tumores pancreáticos y en especial el cáncer de hígado. Por otro lado, Choi et al., (2010 a); Arora et al., (2011), reportaron que la dihidrocapsaicina causa la autofagia en células cancerígenas de colon humano HCT116. Además, Choi et al., (2010 b); Yang et al., (2010), reportaron que, la capsaicina es idónea para impedir la migración de células cancerígenas de mama y próstata.

Enfermedades metabólicas

Efecto sobre la obesidad y diabetes tipo II

La obesidad causa desregulación metabólica, hiperlipidemia, hiperglucemia, hígado graso y diabetes resistente a la insulina (48). El consumo de las capsaicinas podría ayudar a reducir altos niveles de insulina en la sangre, esta enfermedad es conocida como hiperinsulinemia, causando un trastorno asociado a la diabetes tipo II (15, 42). El chile forma parte de los alimentos consumidos diariamente, su efecto benéfico se refleja en personas obesas reduciendo la cantidad de insulina requerida, mejora la regulación de insulina, disminuye la glucemia y eleva el contenido de insulina en el hígado, además, elevaba la resistencia de las lipoproteínas séricas a la oxidación en hombres y mujeres en tratamientos de enfermedades cardiovasculares (46, 49). Por otra parte, el chile contiene antioxidantes, carotenoides y vitamina C, estos compuestos llevan a cabo la regulación de la insulina, en particular la vitamina C reduce la inflamación crónica combatiendo los radicales libres en el cuerpo, previniendo la diabetes (27, 50). Además, Haramizu et al., (2011); Yashiro et al., (2015) reportaron, que se puede inducir la anti obesidad, acelerando la oxidación de los ácidos grasos basales en las mitocondrias a través, de consumir capsaiato. Esta molécula es un isómero de la capsaicina en que el grupo amida se intercambia por un éster, conservando sus propiedades analgésicas. Asimismo, el consumo de capsaiato incita el receptor vaniloides potencial transitorio 1 (TRPV1) aumentando la lipólisis de los tejidos grasos a través del sistema nervioso simpático y la termogénesis. Snitker et al., (2009) afirmaron que la ingesta de capsaiato aumenta el consumo de O₂, gasto energético, oxidación de grasas y reduce la adiposidad abdominal en animales de experimentación y en humanos, especialmente en aquellos con un alto Índice de Masa Corporal (IMC).

CONCLUSIÓN

En la actualidad la producción de chiles genera ingresos económicos y fomenta la gastronomía a nivel mundial. Por otro lado, el consumo habitual de chiles ha incrementado debido a los beneficios de las capsaicinas. En el ámbito alimentario no solo contribuye el sabor, aroma, picor al gusto, si no también, brinda un alto valor nutrimental benéfico para la salud humana, asimismo, proporciona efectos farmacológicos benéficos en tratamientos contra artritis, rinitis, sinusitis, migraña y enfermedades cardiovasculares, anticancerígenas, obesidad, y diabetes tipo II. Por lo que, es importante promover la producción y consumo de las diferentes variedades de chile, así como aprovechar su aplicación en el sector salud y alimentario

AGRADECIMIENTOS

Pedro López Ordaz desea agradecer a CONACyT y Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México, así como, el apoyo económico brindado por CONACyT al proyecto 2542765 de la estancia posdoctoral modalidad académica 2022 y a los proyectos de investigación, que dio como resultado el presente artículo (Proyectos SIP 20231779 y SIP 20221197).

REFERENCIAS

Ahuja, K. D., Robertson, I. K., Geraghty, D. P., & Ball, M. J. (2006). Effects of chili consumption on postprandial glucose, insulin, and energy metabolism. *The American journal of clinical nutrition*, 84(1), 63-69.

Alevizos, A., Mihas, C., Mariolis, A., & Larios, G. (2007). Insulin secretion and capsaicin. *The American journal of clinical nutrition*, 85(4), 1165-1166.

Anuroopa, A. R., & Sreenivas (2021). V. K. Comparative evaluation of nutritional and pungency qualities of selected chilli cultivars. *Agric Res J* 58 (5): 921-926, DOI: 10.5958/2395-146X.2021.00132.0

Arora, R., Gill, N. S., Chauhan, G., & Rana, A. C. (2011). An overview about versatile molecule capsaicin. *International Journal of Pharmaceutical sciences and drug research*, 3(4), 280-286.

Ayala J, Vega V, Rosas C, Palafox H, Villa J, Wasim M, Dávila J, González D (2011) Agroindustrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International* 44 (7): 1866 – 1874.

Bae H, Jayaprakasha GK, Jifon J, Patil BS (2012) Extraction efficiency and validation of an HPLC method for flavonoid analysis in peppers. *Food Chemistry*.

Baenas, N., Belovic, M., Ilic, N., Moreno, D. A., & Garcia-viguera, C. (2019). Industrial use of pepper (*Capsicum annum* L.) derived products: Technological benefits and biological advantages. *Food Chemistry*, 274(April 2018), 872–885. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.047>.

Bernstein, J. A., Davis, B. P., Picard, J. K., Cooper, J. P., Zheng, S., & Levin, L. S. (2011). A randomized, double-blind, parallel trial comparing capsaicin nasal spray with placebo in subjects with a significant component of nonallergic rhinitis. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 107(2), 171-178.

Bertao, M.R.; Moraes, M.C.; Palmieri, D.A.; Silva, L.P.; da Silva, R.M.G. (2016). Cytotoxicity, genotoxicity and antioxidant activity of extracts from *Capsicum* spp. *Res. J. Med. Plants*, 10, 265–275. [CrossRef].

Beydoun MA, Chen X, Jha K, Beydoun HA, Zonderman AB, Canas JA., (2019) Carotenoids, vitamin A and their association with the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis, *Nutrition Reviews* 77 (1): 32–45.

Bhattacharya A, Chattopadhyay A, Mazumdar D, Chakravarty A, Pal S. (2010). Antioxidant constituents and enzyme activities in chili peppers. *Intl J Veg Sci*, 16: 201-211.

Bogusz S, Libardi SH, Dias FFG, Coutinho JP, Bochi VC, Rodrigues D, Melo AMT, Godoy HT (2018) Brazilian *Capsicum* peppers: capsaicinoid content and antioxidant activity. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 98 (1): 217-224.

Bortolotti, M., Coccia, G., & Grossi, G. (2002). Red pepper and functional dyspepsia. *New England Journal of Medicine*, 346(12), 947-948.

Bosland, P.W., and Votava, E.J. (2012). *Peppers: Vegetable and Spice Capsicums* (CABI). <https://books.google.com.hk/books?id=5AWTPZeFL8QC>.

Campos M, Gómez K, Ordoñez Y, Ancona D (2013) Polyphenols, Ascorbic Acid and Carotenoids Contents and Antioxidant Properties of Habanero Pepper (*Capsicum chinense*) Fruit, *Food and Nutrition Sciences*, 4 (8) 47-54.

Chakrabarty, S., Islam, A. M., & Islam, A. A. (2017). Nutritional benefits and pharmaceutical potentialities of chili: A review. *Fundamental and Applied Agriculture*, 2(2), 227-232.

Choi, C. H., Jung, Y. K., & Oh, S. H. (2010 a.). Selective induction of catalase-mediated autophagy by dihydrocapsaicin in lung cell lines. *Free Radical Biology and Medicine*, 49(2), 245-257.

Choi, C. H., Jung, Y. K., & Oh, S. H. (2010 b.). Autophagy induction by capsaicin in malignant human breast cells is modulated by p38 and extracellular signal-regulated mitogen-activated protein kinases and retards cell death by suppressing endoplasmic reticulum stress-mediated apoptosis. *Molecular pharmacology*, 78(1), 114-125.

de Sá Mendes, N., & de Andrade Gonçalves, É. C. B. (2020). The role of bioactive components found in peppers. *Trends in Food Science & Technology*, 99, 229-243.

Dias, A. L. B., Arroio Sergio, C. S., Santos, P., Barbero, G. F., Rezende, C. A., & Martinez, J. (2016). Effect of ultrasound on the supercritical CO₂ extraction of bioactive compounds from dedo de moca pepper (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*). *Ultrasonics Sonochemistry*, 31, 284–294. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.01.013>.

Dludla, P. V., Nkambule, B. B., Cirilli, I., Marcheggiani, F., Mabhida, S. E., Ziqubu, K. & Mazibuko-Mbeje, S. E. (2022). Capsaicin, its clinical significance in patients with painful diabetic neuropathy. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 153, 113439.

FAOSTAT. 2020. Cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Ghiasi Z, Esmaeli F, Aghajani M, Ghazi-Khansari M, Faramarzi MA, Amani A (2019) Enhancing analgesic and anti-inflammatory effects of capsaicin when loaded into olive oil nanoemulsion: An in vivo study. *Int. J. Pharm.*, 559 pp. 341-347.

Guevara, M., Tejera, E., Granda-Albuja, M. G., Iturralde, G., Chisaguano-Tonato, M., Granda-Albuja, S., et al. (2019). Chemical composition and antioxidant activity of the main fruits consumed in the western coastal region of Ecuador as a source of health-promoting compounds. *Antioxidants*, 8, 14.

Guzman, I., & Bosland, P. W. (2017). Sensory properties of Chile pepper heat - and its importance to food quality and cultural preference. *Appetite*, 117, 186–190.

Haramizu, S., Kawabata, F., Ohnuki, K., Inoue, N., Watanabe, T., Yazawa, S., & Fushiki, T. (2011). Capsiate, a non-pungent capsaicin analog, reduces body fat without weight rebound like swimming exercise in mice. *Biomedical Research*, 32(4), 279-284.

Hasan MJ, Kulsum MU, Ullah MZ, Hossain MM, Mahmud EM. (2014). Genetic diversity of some chili (*Capsicum annum* L.) genotypes. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*, 4(1): 32-35.

Hayman, M., & Kam, P. C. (2008). Capsaicin: A review of its pharmacology and clinical applications. *Current Anaesthesia & Critical Care*, 19(5-6), 338-343.

Hemalatha, N.; Dhasarathan, P. (2013). Comparative study on the antimicrobial activity of *Capsicum annum* and *Capsicum frutescens*. *Int. J. Ethnomed. Pharmacol. Res.*, 1, 142–147.

Hernandez-Perez, T., Gomez-Garcia, M. del R., Valverde, M. E., & Paredes-Lopez, O. (2020). *Capsicum annum* (hot pepper): An ancient Latin-American crop with outstanding bioactive compounds and nutraceutical potential. A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(6), 2972–2993. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12634>

Hong, Z.; Zhao, W.; Yin, Z.; Xie, C.; Xu, Y. (2015). Capsaicin enhances the drug sensitivity of cholangiocarcinoma through the inhibition of chemotherapeutic-induced autophagy. *PLoS ONE*, 10, e0121538.

Hossain, M., Brunton, N., Barry-Ryan, C., Martin-Diana, A. B., & Wilkinson, M. (2008). Antioxidant activity of spice extracts and phenolics in comparison to synthetic antioxidants.

Howard, L.R.; Talcott, S.T.; Brenes, C.H.; Villalon, B. (2016). Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum* species) as influenced by maturity. *J. Agric. Food Chem*, 48, 1713–1720. [CrossRef].

Jeon, G.; Choi, Y.; Lee, S.M.; Kim, Y.; Jeong, H.S.; Lee, J. (2010). Anti-obesity activity of methanol extract from hot pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds in 3T3-L1 adipocyte. *Food. Sci. Biotechnol.*, 19, 1123–1127.

Kang, J. H., Tsuyoshi, G., Le Ngoc, H., Kim, H. M., Tu, T. H., Noh, H. J., ... & Yu, R. (2011). Dietary capsaicin attenuates metabolic dysregulation in genetically obese diabetic mice. *Journal of medicinal food*, 14(3), 310-315.

Knapp S, Bohs L, Nee M, Spooner DM. (2004). Solanaceae a model for linking genomics with biodiversity, *Com Func Genom*, 5(3): 285-291.

Kobata, K., Sugawara, M., Mimura, M., Yazawa, S., & Watanabe, T. (2013). Potent production of capsaicinoids and capsinoids by capsicum peppers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(46), 11127–11132.

Lakner, L., Dömötör, A., Tóth, C., Szabó, I. L., Meczker, Á., Hajós, R., ... & Mózsik, G. (2011). Capsaicin-sensitive afferentation represents an indifferent defensive pathway from eradication in patients with *H. pylori* gastritis. *World Journal of Gastrointestinal Pharmacology and Therapeutics*, 2(5), 36.

Luo, X. J., Liu, B., Dai, Z., Yang, Z. C., & Peng, J. (2013). Stimulation of calcitonin gene-related peptide release through targeting capsaicin receptor: A potential strategy for gastric mucosal protection. *Digestive Diseases and Sciences*, 58, 320–325.

Luo, X. J., Peng, J., & Li, Y. J. (2011). Recent advances in the study on capsaicinoids and capsinoids. *European Journal of Pharmacology*, 650, 1–7.

Maihofner, C., & Heskamp, M. L. (2013). Prospective, non-interventional study on the tolerability and analgesic effectiveness over 12 weeks after a single application of capsaicin 8% cutaneous patch in 1044 patients with peripheral neuropathic pain: First results of the QUEPP study. *Current Medical Research and Opinion*, 29, 673–683.

Martínez S, González J, Culebras J, Tuñón M (2002) Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria* 17 (6): 271-278.

Mendes, N. D., & Goncalves, E. (2020). The role of bioactive components found in peppers. *Trends in Food Science & Technology*, 99, 229–243.

Moo V, Moo M, Estrada I, Estrada R, Cuevas L, Ortiz E, Vargas M, Betancourt D, Sauri E (2015) Antioxidant compounds, antioxidant activity and phenolic content in peel from three tropical fruits from Yucatan, Mexico. *Food Chemistry* 166: 17 – 22.

Moreno-Ramírez, Y.; Martínez-Ávila, G.; González-Hernández, V.; Castro-López, C.; Torres-Castillo, J. Free Radical-Scavenging (2018). Capacities, Phenolics and Capsaicinoids in Wild Piquin Chili (*Capsicum annuum* var. *Glabriusculum*). *Molecule*, 23, 2655. [CrossRef].

Mori, A.; Lehmann, S.; O'Kelly, J.; Kumagai, T.; Desmond, J.C.; Pervan, M.; Koeffler, H.P. (2006). Capsaicin, a component of red peppers, inhibits the growth of androgen-independent, p53 mutant prostate cancer cells. *Cancer Res.*, 66, 3222–3229.

Nagy, Z., Daood, H., Ambrozy, Z., & Helyes, L. (2015). Determination of polyphenols, capsaicinoids, and vitamin C in new hybrids of chili peppers. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*.

Popovich, D. G., Sia, S. Y., Zhang, W., & Lim, M. L. (2014). The color and size of chili peppers (*Capsicum annuum*) influence Hep-G2 cell growth. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(7), 881-885.

Pundir, R., Rani, R., Tyagi, S., & Pundir, P. (2016). Advance review on nutritional phytochemical, pharmacological and antimicrobial properties of chili. *International Journal of Ayurveda and Pharma Research*.

Sarafi, E., Siomos, A., Tsouvaltzis, P., Chatzissavidis, C., & Therios, I. (2018). Boron and maturity effects on biochemical parameters and antioxidant activity of pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 42(4), 237-247.

Seraglio, S. K. T., Silva, B., Bergamo, G., Brugnerotto, P., Gonzaga, L. V., Fett, R., & Costa, A. C. O. (2019). An overview of physicochemical characteristics and health-promoting properties of honeydew honey. *Food Research International*, 119, 44-66.

Shah, M.A.; Mir, S.A. (2022). Plant extracts as food preservatives. In *Plant Extracts: Applications in the Food Industry*; Academic Press: Cambridge, MA, USA, pp. 127–141.

Shaha, R. K., Shafiqur, R., & Afandi, A. (2013). Bioactive compounds in chilli peppers (*Capsicum annuum* L.) at various ripening (green, yellow and red) stages. *Annals of Biological Sciences*, 4, 27–34.

Slanc, P., Doljak, B., Kreft, S., Lunder, M., Janeš, D., & Štrukelj, B. (2009). Screening of selected food and medicinal plant extracts for pancreatic lipase inhibition. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 23(6), 874-877.

Snitker, S., Fujishima, Y., Shen, H., Ott, S., Pi-Sunyer, X., Furuhashi, Y., ... & Takahashi, M. (2009). Effects of novel capsinoid treatment on fatness and energy metabolism in humans: possible pharmacogenetic implications. *The American journal of clinical nutrition*, 89(1), 45-50.

Srinivasan, K. (2016). Biological activities of red pepper (*Capsicum annuum*) and its pungent principle capsaicin: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(9), 1488–1500. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.772090>.

Troconis T, Rojas L, Hernández R, Villa T, Maldonado M, Dorantes A, Téllez M, Jaramillo F (2012). Biochemical and Molecular Analysis of Some Commercial Samples of Chili Peppers from Mexico. *BioMed Research International*, vol. 2012, Article ID 873090, 11 pages.

Urban L, Berti L, Bourgaud F, Gautier H, Léchaudel M, Joas J, Sallanon H (2007) The effect of environmental factors on biosynthesis of carotenoids and polyphenols in fruits and vegetables: a review and prospects. In *II International Symposium on Human Health Effects of Fruits and Vegetables*. *Acta Hort.* 841, 339-344.

Van Avesaat, M., Troost, F. J., Westerterp-Plantenga, M. S., Helyes, Z., Le Roux, C. W., Dekker, J., Masclee, A. A. M., & Keszthelyi, D. (2016). Capsaicin-induced satiety is associated with gastrointestinal distress but not with the release of satiety hormones. *American Journal of Clinical Nutrition*, 103(2), 305–313. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.123414>.

Wetwitayaklung P. and Phaechamu T. (2011). Antioxident and phenolic content of Solanum and Capsicum sp.: Research Jr. Pharmaceutical, Biological and Chemical Science.,2, ,146-154.

Wiedemann A. S, Antonio, M. L. S., & Veiga, V. F. (2018). The genus capsicum: A phytochemical review of bioactive secondary metabolites. RSC Advances, 8, 25767–25784.

Wiedemann A. S, Antonio, M. L. S., & Veiga, V. F. (2018). The genus capsicum: A phytochemical review of bioactive secondary metabolites. RSC Advances, 8, 25767–25784.


Xiao J, Muzashvili T, Georgiev M (2014). Advances in the biotechnological glycosylation of valuable flavonoids. Biotechnology Advances 32 (6): 1145 – 1156.

Yang, Z. H., Wang, X. H., Wang, H. P., Hu, L. Q., Zheng, X. M., & Li, S. W. (2010). Capsaicin mediates cell death in bladder cancer T24 cells through reactive oxygen species production and mitochondrial depolarization. Urology, 75(3), 735-741.

Yashiro, K., Tonson, A., Pecchi, É., Vilmen, C., Le Fur, Y., Bernard, M., ... & Giannesini, B. (2015). Capsiate supplementation reduces oxidative cost of contraction in exercising mouse skeletal muscle in vivo. PloS one, 10(6), e0128016.

Zhang, D., Sun, X., Battino, M., Wei, X., Shi, J., Zhao, L., ... & Zou, X. (2021). A comparative overview on chili pepper (capsicum genus) and sichuan pepper (zanthoxylum genus): From pungent spices to pharma-foods. Trends in Food Science & Technology, 117, 148-162.

Zhou, Z., Peng, J., Wang, C. J., Li, D., Li, T. T., Hu, C. P., ... & Li, Y. J. (2010). Accelerated senescence of endothelial progenitor cells in hypertension is related to the reduction of calcitonin gene-related peptide. Journal of hypertension, 28(5), 931-939.

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) .