

CÚRCUMÁ (CÚRCUMA LONGA): FUNDAMENTOS QUÍMICOS, PROPIEDADES BIOLÓGICAS Y APLICACIONES EN LA MEDICINA MORERNA

TURMERIC (CURCUMA LONGA): CHEMICAL FOUNDATIONS,
BIOLOGICAL PROPERTIES, AND APPLICATIONS IN MODERN
MEDICINE

José María Fernández-Luna *(1), Claudia
Santacruz-Vázquez (2)

ISSN 2448-5829

Año 11, No. 32, 2025, pp. 43 - 53

RD-ICUAP

Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma
de Puebla, Avenida San Claudio y 18 sur, C.P. 72570 Puebla, Puebla,
México

Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma
de Puebla, Avenida San Claudio y 18 sur, C.P. 72570 Puebla, Puebla,
México

*Autor de correspondencia: +52 2491879461

Correos electrónicos:

jose.fernandezl@alumno.buap.mx, clausanva@yahoo.com.mx

<https://orcid.org/0009-0008-4723-3908>

<https://orcid.org/0000-0001-6660-469X>

Resumen

La Cúrcuma (*Curcuma longa*) es una planta ampliamente reconocida en la medicina tradicional y moderna debido a sus excepcionales propiedades químicas y biológicas. Su rizoma, de estructura fibrosa, contiene una gran cantidad de compuestos bioactivos, siendo la curcumina el principal responsable de sus beneficios. La curcumina es un polifenol con grupos funcionales que le confieren propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas y anticancerígenas. Estos compuestos actúan sobre diversas vías bioquímicas, favoreciendo la reducción de procesos inflamatorios y mejorando la función del sistema inmunológico. En la medicina moderna, la cúrcuma se utiliza como complemento terapéutico en el tratamiento de enfermedades inflamatorias crónicas, trastornos metabólicos como la diabetes, y enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. Además, ha mostrado beneficios en la protección del sistema cardiovascular y en la mejora de la salud digestiva. La cúrcuma también se emplea en la formulación de fármacos y suplementos nutricionales, así como en la creación de tratamientos naturales para el control del dolor y la mejora de la calidad de vida. Su uso, tanto como extracto como en forma de polvo, se ha expandido en diversos campos, consolidándose como un remedio eficaz en la medicina alternativa y complementaria.

Palabras clave: curcumina, extracción, antioxidante, salud humana, alimentos

Abstract

Turmeric (*Curcuma longa*) is a plant widely recognized in both traditional and modern medicine due to its exceptional chemical and biological properties. Its fibrous rhizome contains a large number of bioactive compounds, with curcumin being the primary responsible for its benefits. Curcumin is a polyphenol with functional groups that provide antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, and anticancer properties. These compounds act on various biochemical pathways, promoting the reduction of inflammatory processes and enhancing immune system function. In modern medicine, turmeric is used as a therapeutic supplement in the treatment of chronic inflammatory diseases, metabolic disorders such as diabetes, and neurodegenerative diseases like Alzheimer's. Furthermore, it has shown benefits in protecting the cardiovascular system and improving digestive health. Turmeric is also utilized in the formulation of drugs and nutritional supplements, as well as in the creation of natural treatments for pain management and improving quality of life. Its use, both as an extract and in powdered form, has expanded across various fields, establishing itself as an effective remedy in alternative and complementary medicine.

Keywords: Curcumin; Extraction; Antioxidant; Human health; Foods

Introducción a la dieta cetogénica

La cúrcuma (*Curcuma longa* L.) pertenece a la familia Zingiberaceae y es una planta herbácea perenne de gran relevancia en la medicina tradicional y la gastronomía. Su uso se remonta a miles de años en sistemas medicinales como la Ayurveda y la Medicina Tradicional China, donde ha sido empleada por sus propiedades curativas y preventivas (Priyadarsini, 2014). El principal compuesto bioactivo de la cúrcuma, la curcumina, es un polifenol responsable de su característico color amarillo y de una amplia gama de actividades biológicas.

La cúrcuma (Figura 1) tiene distintos compuestos entre ellos destaca un alto porcentaje de curcumina en su composición, este es el compuesto fitoquímico que otorga el color amarillo a la cúrcuma. Muchas investigaciones dentro de las últimas décadas han demostrado que las aplicaciones médicas de la cúrcuma son debidas a la presencia de la curcumina (Baell y Walters, 2014).

La curcumina, de composición química $C_{21}H_{20}O_6$ (Fig.2). Es un polvo cristalino insoluble en agua, pero soluble en etanol, acetona y ácido acético.



Figura 1. Cúrcuma longa

Fuente: HortiDaily (publicado el 21 de octubre de 2021)

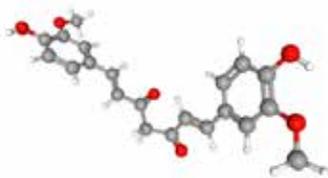


Figura 2. Estructura tridimensional de la curcumina <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

compound/curcumin de 2021)

Fundamentos químicos de la cúrcuma

La cúrcuma es una planta de la familia Zingiberaceae, conocida principalmente por su raíz, que contiene compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas. El principal componente químico activo de la cúrcuma es la curcumina, que es responsable de la mayoría de sus efectos beneficiosos (Hewlings y Kalman, 2017).

Curcumina

Es un polifenol que constituye alrededor del 2-5% del peso seco de la raíz de cúrcuma. Su estructura química está compuesta por un sistema de doble enlace conjugado, tiene grupos funcionales fenólicos y una cadena metilénica que facilitan su interacción con diversas biomoléculas, lo que otorga una amplia gama de actividades biológicas

Los compuestos fenólicos que presenta, en concreto polifenoles, son del grupo de los curcuminoides, derivados diarilmetálicos que son los responsables del color amarillo intenso de la cúrcuma (Saiz y Pérez, 2014)

El curcuminoides más importante es la curcumina, que se obtuvo por primera vez por síntesis en el laboratorio de S. Kostanecki en Berna en el año de 1913 (Mathew y Hsu, 2018).

Diferentes formas de curcumina

Existen tres principales formas de curcumina en la cúrcuma: curcumina I, curcumina II (bisdemetoxicurcumina) y curcumina III (demetoxicurcumina). Estas varían en su estructura y propiedades, pero todas poseen la capacidad de modificar la actividad celular, inhibiendo la proliferación de células cancerígenas y reduciendo el daño oxidativo. Los curcuminoides comprenden el 2-9 % de la planta, siendo los mayoritarios y más usados comercialmente el diferuloilme-

tano (curcumina I) con una proporción en la planta del 77%, demetoxicurcumina (curcumina III) en proporción de 17%, bisdemetoxicurcumina (curcumina II) en un 3% y la ciclocurcumina (Taylor y Leonard, 2011)

Propiedades biológicas

La cúrcuma (*Cúrcuma longa*) posee diversas propiedades biológicas que han sido ampliamente estudiadas en el ámbito biomédico y farmacéutico. Sus efectos terapéuticos se deben, en gran parte, a la presencia de curcuminoides, especialmente la curcumina, así como a otros compuestos bioactivos como las turmeronas (Hewlings et al, 2017). Entre las principales propiedades biológicas de la cúrcuma se encuentran:

Actividad antioxidante

La curcumina actúa como un potente antioxidante al neutralizar radicales libres y reducir el estrés oxidativo en las células. Su estructura fenólica le permite donar electrones para estabilizar especies reactivas de oxígeno (ROS), protegiendo así a las biomoléculas del daño oxidativo.

La cúrcuma se ha empleado para ayudar a la función hepática, tanto en medicina ayurvédica como en la medicina china. La cúrcuma aumenta el contenido de glutatión y su actividad glutatión-s-transferasa en hígado. Estas sustancias son protectoras clave frente a los efectos dañinos de las toxinas. La curcumina es un poderoso antioxidante que influye sobre la expresión de enzimas relacionadas con procesos redox, como la glutatión-sintasa o el citocromo P450 oxidasa, capaces de neutralizar las especies reactivas de oxígeno (Gryniewicz y Slifirski, 2012).

En el estudio de Fernández-Luna et al. (2025), se evaluó la encapsulación de curcuminoides extraídos de *Cúrcuma longa* L. mediante la técnica de electrohilado, utilizando alcohol polivinílico (PVA) como polímero y etanol como disolvente. Los resultados mostraron que la formulación

compuesta por PVA al 10% y extracto etanólico de cúrcuma (E1) produjo microfibras más uniformes y de menor diámetro (0.485 μm) que aquellas con ácido acético glacial añadido, además de una fluorescencia detectable a 405, 488 y 561 nm, lo que confirmó la preservación de las propiedades bioactivas. En pruebas de aplicación, las microfibras E1 redujeron en un 50% la formación de peróxidos en un producto de confitería respecto a empaques convencionales, evidenciando su potencial como material activo para prolongar la vida útil de alimentos.

Propiedades antiinflamatorias

La curcumina inhibe la activación de factores de transcripción proinflamatorios, como NF- κ B, y reduce la producción de citocinas inflamatorias como IL-6, IL-1 β y TNF- α . También modula la actividad de enzimas como la ciclooxigenasa-2 (COX-2) y la lipoxigenasa (LOX), responsables de la síntesis de mediadores inflamatorios.

Se ha demostrado que la curcumina puede contribuir a la reducción de afecciones inflamatorias como la esclerosis múltiple, la artritis reumatoide y la psoriasis, debido a su capacidad para regular la actividad de las citoquinas, que son moléculas involucradas en la inflamación. Su efecto antiinflamatorio se atribuye, en parte, a la inhibición de la producción de prostaglandinas con función inflamatoria (Witkin y Li, 2013). En una investigación realizada con 45 pacientes diagnosticados con artritis reumatoide, la administración diaria de 500 mg de curcumina logró disminuir de manera significativa los marcadores de inflamación sin generar efectos secundarios negativos (Chandram y Goel, 2012).

Diversos estudios científicos han demostrado que la curcumina posee múltiples beneficios medicinales, incluyendo su capacidad para disminuir la inflamación en la artritis, prevenir la arteriosclerosis, proteger el hígado, aliviar trastornos respiratorios y gastrointestinales, así como tratar afecciones cutáneas como la psoriasis y los eczemas. Además, se ha relacionado con la prevención del cáncer y

una potente actividad antioxidante (Vistel Vigo et al., 2003).

Actividad anticancerígena

La curcumina ha mostrado efectos anti-proliferativos y proapoptóticos en células cancerosas, inhibiendo rutas de señalización clave en la progresión tumoral. Además, puede interferir en la angiogénesis y la metástasis al modular factor como VEGF y MMPs, que son esenciales para la diseminación del cáncer.

La curcumina también posee propiedades anticancerígenas, ya que puede disminuir el crecimiento de tumores y atenuar efectos secundarios del cáncer, como la fatiga, la depresión y el insomnio (Witkin y Li, 2013). Su mecanismo de acción incluye la inhibición, tanto directa como indirecta, de la ciclooxigenasa-2 (COX-2), una proteína clave en la respuesta inflamatoria que ha sido vinculada con el desarrollo de ciertos tipos de cáncer. En células malignas, la curcumina ejerce una acción antiinflamatoria y limita la proliferación celular al suprimir la expresión de interleucinas como IL-1 β , IL-6 y el factor de necrosis tumoral- α (TNF- α) (Taylor y Leonard, 2011).

Propiedades gastroprotectoras

Se ha demostrado que la cúrcuma ayuda en el tratamiento de trastornos digestivos como la gastritis y la úlcera gástrica, promoviendo la secreción de mucosa gástrica protectora y reduciendo la inflamación en el tracto gastrointestinal.

La curcumina desempeña un papel fundamental en la protección del sistema gastrointestinal, ya que ha demostrado su capacidad para inhibir la activación de diversos factores de transcripción involucrados en la inflamación intestinal, como el factor nuclear kappa- β (NF- κ B) y las β -catequinas (Taylor y Leonard, 2011). Su uso en el tratamiento de la gastritis y la acidez se remonta a tiempos antiguos, debido a su capacidad para estimular la

producción de mucosa gástrica y fortalecer la protección de las paredes del estómago. Además, favorece el flujo biliar hacia el intestino, lo que contribuye a una mejor digestión de las grasas presentes en la alimentación.



<https://comofazeremcasa.net/como-plantar-curcuma/>

Obtención de los curcuminoides

Extracción con solventes orgánicos

Este método tradicional implica la maceración de los rizomas secos y pulverizados de cúrcuma en solventes como etanol, metanol, acetato de etilo o acetona. Posteriormente, el extracto se filtra y el solvente se evapora para obtener una oleorresina rica en curcuminoides. Aunque es una técnica sencilla, puede requerir grandes volúmenes de solvente y tiempos prolongados de extracción (Chaparro et al., 2019).

Extracción asistida por ultrasonido (EAU)

Esta técnica utiliza ondas ultrasónicas para mejorar la penetración del solvente en la matriz vegetal, facilitando la liberación de los curcuminoides. Estudios han demostrado que la EAU, empleando una mezcla de etanol y agua (50:50 v/v) a temperaturas de 60 °C durante 30 minutos, incrementa significativamente el rendimiento de extracción en compara-

una potente actividad antioxidante (Vistel Vigo et al., 2003).

Actividad anticancerígena

La curcumina ha mostrado efectos anti-proliferativos y proapoptóticos en células cancerosas, inhibiendo rutas de señalización clave en la progresión tumoral. Además, puede interferir en la angiogénesis y la metástasis al modular factor como VEGF y MMPs, que son esenciales para la diseminación del cáncer.

La curcumina también posee propiedades anticancerígenas, ya que puede disminuir el crecimiento de tumores y atenuar efectos secundarios del cáncer, como la fatiga, la depresión y el insomnio (Witkin y Li, 2013). Su mecanismo de acción incluye la inhibición, tanto directa como indirecta, de la ciclooxigenasa-2 (COX-2), una proteína clave en la respuesta inflamatoria que ha sido vinculada con el desarrollo de ciertos tipos de cáncer. En células malignas, la curcumina ejerce una acción antiinflamatoria y limita la proliferación celular al suprimir la expresión de interleucinas como IL-1 β , IL-6 y el factor de necrosis tumoral- α (TNF- α) (Taylor y Leonard, 2011).

Propiedades gastroprotectoras

Se ha demostrado que la cúrcuma ayuda en el tratamiento de trastornos digestivos como la gastritis y la úlcera gástrica, promoviendo la secreción de mucosa gástrica protectora y reduciendo la inflamación en el tracto gastrointestinal.

La curcumina desempeña un papel fundamental en la protección del sistema gastrointestinal, ya que ha demostrado su capacidad para inhibir la activación de diversos factores de transcripción

involucrados en la inflamación intestinal, como el factor nuclear kappa- β (NF- κ B) y las β -catequinas (Taylor y Leonard, 2011). Su uso en el tratamiento de la gastritis y la acidez se remonta a tiempos antiguos, debido a su capacidad para estimular la producción de mucosa gástrica y fortalecer la protección de las paredes del estómago. Además, favorece el flujo biliar hacia el intestino, lo que contribuye a una mejor digestión de las grasas presentes en la alimentación.



<https://comofazeremcasa.net/como-plantar-curcuma/>

Obtención de los curcuminoides

Extracción con solventes orgánicos

Este método tradicional implica la maceración de los rizomas secos y pulverizados de cúrcuma en solventes como etanol, metanol, acetato de etilo o acetona. Posteriormente, el extracto se filtra y el solvente se evapora para obtener una oleoresina rica en curcuminoides. Aunque es una técnica sencilla, puede requerir grandes volúmenes de solvente y tiempos prolongados de extracción (Chaparro et al., 2019).

ción con métodos convencionales (Muñoz et al., 2020).

Extracción con CO₂ supercrítico

Este método utiliza dióxido de carbono en estado supercrítico como solvente para extraer los curcuminoides. Es una técnica eficiente que evita el uso de solventes orgánicos tóxicos y permite obtener extractos de alta pureza. Sin embargo, requiere equipamiento especializado y puede ser más costosa (García et al., 2021).

Uso de aceites comestibles como solvente

Investigaciones recientes han explorado la utilización de aceites vegetales, como

el de oliva, soja y girasol, para la extracción de curcuminoides, aprovechando su naturaleza lipofílica. El aceite de oliva ha mostrado la mayor eficiencia, alcanzando concentraciones de hasta 158,921 ppm de curcuminoides bajo condiciones específicas de extracción (Rodríguez et al., 2022).

Cromatografía flash para purificación

Tras la extracción, los curcuminoides pueden purificarse mediante técnicas cromatográficas. Por ejemplo, la cromatografía flash ha sido empleada para separar y purificar los tres principales curcuminoides presentes en la cúrcuma, utilizando sistemas de solventes adecuados y detección por espectrometría de masas (López et al., 2023).

Conclusiones

El presente estudio resalta la importancia de la cúrcuma (*Cúrcuma longa* L.) en la medicina moderna, fundamentando su valor en la diversidad de compuestos bioactivos que posee, especialmente, la curcumina. A lo largo de la investigación, se ha evidenciado que sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas y anticancerígenas la convierten en un recurso prometedor en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades. Su aplicación en el ámbito farmacéutico, así como su potencial en la formulación de nutraceuticos y suplementos, refuerzan su relevancia en la salud humana.

No obstante, a pesar de los numerosos estudios preclínicos y clínicos que han demostrado sus efectos terapéuticos, persisten desafíos relacionados con su biodisponibilidad y estabilidad. En este sentido, futuras investigaciones deben enfocarse en el desarrollo de sistemas de encapsulación y estrategias de formulación que optimicen su absorción y eficacia en el organismo. Asimismo, se requiere mayor evidencia científica que respalde su uso en terapias convencionales, permitiendo su integración en protocolos médicos estandarizados.

En conclusión, la cúrcuma representa una fuente natural con un enorme potencial en la medicina moderna, cuyo estudio continuo permitirá maximizar sus beneficios y ampliar sus aplicaciones terapéuticas de manera segura y efectiva.

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.

Conflicto de interés

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

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la BUAP por el apoyo complementario a José María Fernández Luna

Referencias

- Baell, J., & Walters, M. A. (2014). Chemistry: Chemical con artists foil drug discovery. *Nature*, 513(7519), 481-483. <https://doi.org/10.1038/513481a>
- Base de datos Genome.jp. Rutas metabólicas y metabolismo 2º de plantas. <http://www.genome.jp>
- Chaparro, J., Pérez, L., & Ramírez, M. (2019). Optimización de la extracción de curcuminoides mediante solventes orgánicos. *Sedici UNLP*.
- Chandram, B., & Goel, A. (2012). A randomized, pilot study to assess the efficacy and safety of curcumin in patients with active rheumatoid arthritis. *Phytother Res.*, 11, 1719-1725.
- Fernández-Luna, J. M., Santacruz-Vázquez, V., Toxqui-López, S., Córdova-de la Luz, J. L., & Santacruz-Vázquez, C. (2025). Encapsulation of antioxidants extracted from turmeric (*Cúrcuma longa* L) by the electrospinning method. *World Journal of Biosciences and Biotechnology*, 1(1), 1-18. <https://doi.org/10.29267/wjbb.2025.1.1.1-18>
- García, D., Torres, J., & Fernández, R. (2021). Extracción de curcuminoides con CO₂ supercrítico: eficiencia y aplicaciones. *Journal Ingeniar*.
- Gryniewicz, G., & Slifirski, P. (2012). Curcumin and curcuminoids in quest for medicinal status. *Acta Biochimica Polonica (ABP)*, 59(2), 201-212.
- Hewlings, S. J., & Kalman, D. S. (2017). Curcumin: A review of its effects on human health. *Foods*, 6(10), 92.
- López, M., Sánchez, P., & Díaz, E. (2023). Cromatografía flash para la purificación de curcuminoides en cúrcuma en polvo. *Advion*.
- Mathew, D., & Hsu, W. L. (2018). Antiviral potential of curcumin. *Journal of Functional Foods*, 40, 692-699.
- Muñoz, C., Herrera, P., & Gómez, F. (2020). Eficiencia de la extracción asistida por ultrasonido en la obtención de curcuminoides. *Colmayor*.
- Priyadarsini, K. I., Maity, D. K., Naik, G. H., Kumar, M. S., Unnikrishnan, M. K., Satav, J. G., & Mohan, H. (2003). Papel del OH fenólico y del hidrógeno de metileno en las reacciones de radicales libres y la actividad antioxidante de la curcumina. *Radic. Libre. Biol. Med.*, 35, 475-484.

- Rodríguez, A., Morales, S., & Vázquez, L. (2022). Uso de aceites vegetales en la extracción de curcuminoides de *Cúrcuma longa* L. CONICET.
- Saiz de Cos, P., & Pérez-Urria Carril, E. (2014). *Cúrcuma* I (*Curcuma longa* L.).
- Taylor, R., & Leonard, M. (2011). Curcumin for Inflammatory Bowel Disease: A Review of Human Studies. *Alternative Medicine Review*, 16(2), 152-156.
- Vistel Vigo, M., Ríos Silveira, I., Freire González, A., & Silveira García, D. (2003). *Curcuma longa* L., un estudio integrador. *Infogest*.
- Witkin, J. M., & Li, X. (2013). Curcumin, an active constituent of the ancient medicinal herb *Curcuma longa* L.: some uses and the establishment and biological basis of medical efficacy. *CNS Neurol*