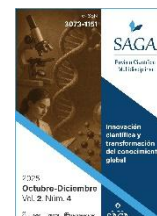


Artículo de Revisión

Avances en la encapsulación de curcumina y su potencial como alternativa a la tartrazina en alimentos

Advances in Curcumin Encapsulation and Its Potential as an Alternative to Tartrazine in Foods

Avanços na encapsulação da curcumina e seu potencial como alternativa à tartrazina em alimentos



Denis Viterbo Moncayo-Palchisaca¹  

¹ Investigador Independiente, Macas, Ecuador

Recibido: 2025-09-25 / **Aceptado:** 2025-11-07 / **Publicado:** 2025-11-30

RESUMEN

La creciente demanda de la industria alimentaria por sustituir los colorantes sintéticos ha impulsado la búsqueda de alternativas naturales. En este contexto, la curcumina, extraída de *Curcuma longa* L., se perfila como el principal candidato para reemplazar a la tartrazina. No obstante, su aplicación a nivel industrial se ve limitada por su baja solubilidad en agua y su inestabilidad frente a variaciones de pH, temperatura y exposición a la luz. Para superar estas restricciones se han desarrollado procesos tecnológicos basados en técnicas de encapsulación, que emplean distintos materiales encapsulantes y permiten obtener partículas de curcumina con mayor estabilidad y propiedades tecnológicas favorables. Sin embargo, hasta la fecha no se han realizado aplicaciones directas de curcumina encapsulada como colorante en matrices alimentarias reales. Este trabajo revisa los avances en la estabilización de la curcumina mediante encapsulación, resalta sus ventajas potenciales como colorante natural y plantea la necesidad de investigaciones aplicadas que verifiquen su desempeño en comparación con la tartrazina, con miras al desarrollo de alimentos más seguros y saludables.

Palabras clave: curcumina, *Curcuma Longa* L., encapsulación, tartrazina, alimentos

ABSTRACT

The growing demand of the food industry to replace synthetic colorants has driven the search for natural alternatives. In this context, curcumin, extracted from *Curcuma longa* L., emerges as the main candidate to replace tartrazine. However, its industrial application is limited by its low water solubility and its instability under variations of pH, temperature, and light exposure. To overcome these limitations, technological processes based on encapsulation techniques have been developed, using different encapsulating materials to obtain curcumin particles with greater stability and favorable technological properties. Nevertheless, to date, no direct applications of encapsulated curcumin as a colorant in real food matrices have been carried out. This work reviews the advances in curcumin stabilization through encapsulation, highlights its potential advantages as a natural colorant, and emphasizes the need for applied research to verify its performance in comparison with tartrazine, with a view toward the development of safer and healthier foods.

keywords: curcumin, *Curcuma longa* L., encapsulation, tartrazine, foods

RESUMO

A crescente demanda da indústria alimentícia por substituir corantes sintéticos tem impulsionado a busca por alternativas naturais. Nesse contexto, a curcumina, extraída de *Curcuma longa* L., se destaca como o principal candidato para substituir a tartrazina. No entanto, sua aplicação em nível industrial é limitada por sua baixa solubilidade em água e sua instabilidade frente a variações de pH, temperatura e exposição à luz. Para superar essas limitações, foram desenvolvidos processos tecnológicos baseados em técnicas de encapsulação, que utilizam diferentes materiais encapsulantes e permitem obter

partículas de curcumina con mayor estabilidad e propiedades tecnológicas favorables. Entretanto, até o momento, não foram realizadas aplicações diretas de curcumina encapsulada como corante em matrizes alimentícias reais. Este trabalho revisa os avanços na estabilização da curcumina por meio da encapsulação, destaca suas vantagens potenciais como corante natural e resalta a necessidade de pesquisas aplicadas que verifiquem seu desempenho em comparação à tartrazina, visando o desenvolvimento de alimentos mais seguros e saudáveis.

palavras-chave: curcumina, *Curcuma longa* L., encapsulação, tartrazina, alimentos

Forma sugerida de citar (APA):

Moncayo-Palchisaca, D. V. (2025). Avances en la encapsulación de curcumina y su potencial como alternativa a la tartrazina en alimentos. *Revista Científica Multidisciplinar SAGA*, 2(4), 591-600. <https://doi.org/10.63415/saga.v2i4.317>



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons de Atribución No Comercial 4.0

INTRODUCCIÓN

El color es una de las propiedades sensoriales más determinantes en los alimentos y suele guiar el juicio de calidad y la aceptación por parte del consumidor (Li et al., 2015; Sorouraddin et al., 2015). Entre los colorantes sintéticos de uso extendido destaca la tartrazina, ampliamente empleada como aditivo alimentario (Zhao, Zeng y Zhao, 2014). En este contexto, la curcumina—un pigmento natural extraído de los rizomas de *Curcuma longa* L.—ha despertado creciente interés como posible alternativa natural para sustituir a la tartrazina (Osorio et al., 2016; Prasad et al., 2014).

No obstante, la adopción industrial de la curcumina enfrenta limitaciones fisicoquímicas: baja solubilidad en agua y sensibilidad a variaciones de pH, temperatura y exposición a la luz, factores que comprometen su desempeño como colorante (Siviero et al., 2015; Salvia-Trujillo et al., 2017). Para superar estas restricciones, se han desarrollado estrategias tecnológicas, especialmente técnicas de encapsulación con distintos materiales portadores, que han demostrado mejorar su estabilidad térmica y frente al pH, así como su dispersabilidad acuosa (Leimann et al., 2019).

Con base en lo anterior, este artículo realiza una revisión bibliográfica orientada a identificar y comparar las técnicas de encapsulación de curcumina con mayor potencial para su aplicación como colorante alimentario, atendiendo a criterios de

estabilidad, solubilidad y viabilidad tecnológica. El manuscrito se organiza de la siguiente manera: primero se describe la metodología de búsqueda y selección de fuentes; luego se presenta la revisión de la literatura y un análisis comparativo de estudios relevantes; finalmente, se exponen las conclusiones y las referencias.

METODOLOGÍA

La investigación partió de la siguiente pregunta central: ¿La verificación del valor colorimétrico de la curcumina encapsulada y la tartrazina permitirá identificar posibles cambios de color en una bebida láctea fermentada durante su vida de anaquel?

Para dar respuesta a esta cuestión se diseñó una estrategia de búsqueda bibliográfica que se centró en los términos clave: cúrcuma, curcumina, tartrazina y encapsulación. Las fuentes de información consideradas incluyeron únicamente artículos científicos y reportes técnicos, consultados en los motores de búsqueda Google Académico, Microsoft Academic Search (MAS), SCIELO y ERIC.

En Google Académico se emplearon las siguientes cadenas de búsqueda:

- curcumina + colorante - antiparasitario - antitumoral - citotóxica - cáncer
- curcumin + color + preparation + characterization + nanodispersions - cancer - medical
- curcumin + color + pH + water + industrialization - cancer - medical - paper

- anthocyanins - electrocatalysts - photocatalysis - zein
- curcumin + color + polyamidoamine - cancer - medical - paper

En Microsoft Academic Search (MAS) se utilizó el término: *Curcuma longa*.

En SCIELO: (curcumina) AND (tartrazina).

En ERIC: Curcumin y Curcuminoid.

Los criterios de inclusión se definieron en torno a las siguientes temáticas: producción agrícola, poscosecha, industrialización de la cúrcuma, extracción de curcumina, colorantes naturales, colorantes artificiales, E-100 y E-102. Por el contrario, los criterios de exclusión comprendieron estudios relacionados con colorantes distintos, como Rojo 40, carotenoides y licopeno.

Los criterios de evaluación se establecieron con base en las siguientes características: idioma español, periodo de publicación a partir de 2018, región de América Latina, industrialización agrícola, agroindustria y alimentos.

Para el análisis de la información se procedió a elaborar resúmenes críticos y un ensayo de integración, con el fin de sistematizar los hallazgos más relevantes y facilitar la discusión académica.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Cúrcuma

La *Curcuma longa* L. es una planta de origen asiático perteneciente a la familia Zingiberaceae, cultivada principalmente en China e India, y conformada por aproximadamente 40 especies tropicales (Pimentel, Padilla, Castaño y Duque, 2018; Rafiee, Nejatian, Daeihamed y Mahdi, 2018). El color amarillo característico de su rizoma se debe a la presencia de un 3–5% de curcuminoides, siendo la curcumina el principal componente bioactivo (Wakte et al., 2011).

Además de sus propiedades medicinales, la cúrcuma se utiliza ampliamente en la industria alimentaria como especia y colorante natural,

aportando sabor cálido y amargo, así como tonalidades amarillas y anaranjadas en polvos de curry, salsas, encurtidos, mostaza, mantequilla y quesos (Jia, Wang, Gao y Zhao, 2015; Rafiee et al., 2018; Arango, Martín, Cosero, Jiménez y Londoño, 2018). El contenido promedio de curcumina en los polvos comerciales de cúrcuma alcanza hasta un 3% en peso seco (Tayyem, Al-Delaimy y Rock, 2006).

Uso reglamentario de la curcumina en alimentos

El Comité Científico de Alimentos de la Comunidad Europea asignó a la curcumina el número E-100, autorizando su empleo como aditivo alimentario en concentraciones que varían entre 20 y 500 mg/kg en alimentos, y hasta 200 mg/L en bebidas, dependiendo de la categoría del producto (Rafiee et al., 2018).

De igual manera, la Food and Drug Administration (FDA) reconoce a la curcumina y los curcuminoides como compuestos seguros (GRAS), lo que ha facilitado su aplicación en las industrias alimentaria y farmacéutica (Patil, Jayaprakasha, Chidambara y Vikram, 2009).

Aplicaciones de la curcumina en alimentos

El uso de agentes emulsificantes como polisorbato 80 (Tween 80) permite mejorar la dispersión de la curcumina, otorgando una coloración amarilla brillante a bajas concentraciones, aunque a niveles superiores a 20 ppm se alcanza la saturación del color (Alzate, López-Padilla, Caicedo y Salazar, 2012). Su tonalidad es comparable con la generada por el colorante artificial tartrazina (Tønnesen, 2002).

La curcumina también se comercializa en suspensiones con aceite vegetal o dispersada en almidón (Alzate et al., 2012). Sus aplicaciones abarcan los sectores: lácteo, de panadería, confitería, mezclas secas y alimentos congelados (Navas, 1992).

Limitaciones de la curcumina para la industria alimentaria

A pesar de sus ventajas, el uso de la curcumina presenta limitaciones relacionadas con su baja solubilidad en agua y su inestabilidad frente a factores ambientales como luz, pH, temperatura, oxidantes químicos, iones metálicos y enzimas (Aggarwal, Kumar y Bharti, 2003; Tønnesen, Måsson y Loftsson, 2002).

Asimismo, se degrada rápidamente en condiciones alcalinas y es susceptible a la fotodegradación (Wikene, Bruzell y Tønnesen, 2015; Liu, Chen, Cheng y Selomulya, 2016; Yadav y Kumar, 2014).

Estas limitaciones han impulsado el desarrollo de métodos tecnológicos para estabilizar su estructura, mejorar su solubilidad y preservar su color.

Métodos para estabilizar la curcumina

En diversos países se emplea la curcumina disuelta en mezclas de solventes de grado alimentario que permiten su emulsificación, logrando productos con un contenido aproximado de 4–10% de curcumina miscible en agua (Alzate, López-Padilla, Caicedo y Salazar, 2012).

Entre los principales métodos de estabilización destacan la encapsulación (United States Patente N° 4307-117, 1981), la adición de diluyentes (Delgado y Paredes, 2002) y la formación de complejos con compuestos como ciclodextrinas (Tønnesen, Måsson y Loftsson, 2002; Mohan, Sreelakshmi, Muraleedharan y Joseph, 2012), gelatinas (United States Patente N° 4368-208, 1983) o propilenglicol (España Patente N° 2121538, 1999).

De acuerdo con Arango, Martin, Casero, Jiménez y Londoño (2018), las tecnologías más estudiadas y empleadas para proteger y optimizar las propiedades de sustancias bioactivas son las basadas en encapsulación, particularmente aquellas que utilizan fluidos supercríticos.

La técnica de encapsulación

La encapsulación se ha consolidado en las últimas décadas como una de las tecnologías más relevantes en las industrias farmacéutica, agrícola y alimentaria (López, Blanch, Ruiz del Castillo y Sánchez, 2012). Esta técnica modifica diversas propiedades de los compuestos activos, entre ellas la solubilidad acuosa, la estabilidad frente a factores externos y la liberación controlada de los principios activos (Chen et al., 2014; De Marco, Rossmann, Prosapio, Reverchon y Braeuer, 2015).

Dichos beneficios se logran mediante la formación de una matriz polimérica que protege los ingredientes frente a la degradación térmica y química, incluyendo procesos de oxidación e hidrólisis (de Vos, Spasojevic y Sikkema, 2010). Además, la encapsulación otorga características tecnológicas deseables durante la fabricación y el almacenamiento, como una mejor manipulación y estabilidad del producto (Sowasod, Nakagawa, Tanthapanichakoon y Charinpanitkul, 2012).

En este sentido, se reconoce la encapsulación como un enfoque tecnológico viable para mejorar la compatibilidad con el agua de compuestos hidrófobos, entre los que se encuentra la curcumina (Ramachandraiah, Choi y Hong, 2018).

Mejora de la biodisponibilidad de la curcumina mediante dispersiones sólidas

Las dispersiones sólidas (DS) se han evaluado ampliamente como una estrategia eficaz para proteger compuestos hidrófobos y mejorar tanto su compatibilidad con el agua como su biodisponibilidad (Vasconcelos, Sarmiento y Costa, 2007). Entre los métodos más utilizados destacan la extrusión termofusible, que ha mostrado buenos resultados (Chuah et al., 2014), y la disolución en un solvente común, considerada una alternativa más sencilla y de menor costo (Leimann et al., 2019).

Sin embargo, esta última técnica presenta como principal limitación la etapa de evaporación del solvente, la cual puede

resolverse de manera eficiente mediante el secado por aspersión (Leimann et al., 2019). Los estudios reportan que las dispersiones sólidas de curcumina obtenidas por este método presentan una compatibilidad acuosa significativamente mejorada (Gangurde et al., 2015).

Adicionalmente, otros autores han corroborado la viabilidad del secado por aspersión como vía para obtener dispersiones sólidas de curcumina con resultados exitosos y consistentes (Li, Konecke, Wegiel, Taylor y Edgar, 2013; Paradkar, Ambike, Jadhav y Mahadik, 2004).

Encapsulación mediante secado por aspersión

El secado por aspersión es una técnica ampliamente implementada a nivel industrial y se considera adecuada para el encapsulamiento de sustancias bioactivas destinadas a la industria alimentaria (Leimann et al., 2019). En el caso de la curcumina, esta técnica se ha aplicado principalmente en el marco de las dispersiones sólidas, cuyo objetivo es mejorar su biodisponibilidad. Para ello se han empleado diversos encapsulantes, como Poloxamer 188 y polietilenglicol (Hu et al., 2015), copolímeros de metacrilato y polivinilpirrolidona (PVP) (Meng, Trivino, Prasad y Chauhan, 2015) y polímeros a base de celulosa (Gangurde et al., 2015; Li, Konecke, Wegiel, Taylor y Edgar, 2013).

Particularmente, en el caso de las dispersiones sólidas de curcumina formuladas con PVP, se ha observado una mayor afinidad de la curcumina con el agua (Meng et al., 2015; Paradkar, Ambike, Jadhav y Mahadik, 2004; Seo, Han, Chun y Choi, 2012). En comparación con los derivados de celulosa, la PVP favorece una concentración más elevada de curcumina en la fase acuosa, lo que se traduce en una mejor saturación del color (Li et al., 2013).

Estos resultados demuestran la viabilidad del secado por aspersión como técnica de encapsulación para producir colorantes basados en curcumina, un enfoque que hasta la

fecha ha sido explorado de manera limitada en este nivel de detalle (Leimann et al., 2019).

Encapsulación del complejo ciclodextrina-curcumina.

Las ciclodextrinas (CD) se emplean como agentes solubilizantes capaces de encapsular compuestos hidrofóbicos, como aceites volátiles, mediante la formación de complejos de inclusión (Bhandari, D'Arc y Padukka, 1999; Waleczek, Cabral, Hempel y Schmidt, 2003). Su cavidad interna hidrofóbica confiere la capacidad de albergar una amplia variedad de moléculas huéspedes, lo que ha favorecido su aplicación en la industria alimentaria (Alzate, López-Padilla, Caicedo y Salazar, 2012).

En el caso de la curcumina, la inclusión en complejos con ciclodextrinas permite aumentar su solubilidad acuosa, mejorar su estabilidad frente a condiciones destructivas y obtener presentaciones en polvo con flujo libre, adecuadas para la formulación industrial (Bhosale y Singhal, 2006).

ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

Para que la curcumina pueda ser utilizada como colorante natural en alimentos, es indispensable identificar un método tecnológico capaz de superar sus limitaciones inherentes, relacionadas con la hidrofobicidad y la inestabilidad química. Entre las alternativas estudiadas, la técnica de encapsulación ha mostrado resultados prometedores, particularmente en lo referente a la mejora de la solubilidad y la estabilidad del compuesto.

Leimann et al. (2019) demostraron que, mediante la encapsulación de curcumina en forma de dispersiones sólidas, es posible obtener partículas con una amplia gama de propiedades tecnológicas, incluyendo estabilidad frente a variaciones de pH y temperaturas elevadas.

Dichas propiedades dependen en gran medida de factores como el material encapsulante empleado, la formulación (proporción de curcumina, tensioactivo y polímero) y las condiciones de síntesis, entre

ellas el pH de la solución. Los mismos autores identificaron condiciones experimentales que favorecen la producción de partículas con características tecnológicas adecuadas para ser aplicadas como sistemas colorantes basados en curcumina.

Por su parte, Alzate, López-Padilla, Caicedo y Salazar (2012) evaluaron diferentes solventes (etanol, acetona, hexano, propilenglicol, lactato de etilo y etilenglicol), tipos de ciclodextrina (β -CD y γ -CD) y métodos de encapsulación (mezcla física y coprecipitación), con el fin de seleccionar el procedimiento más eficaz para la obtención de complejos sólidos en polvo.

Sus resultados mostraron que el método de coprecipitación fue el más eficiente, alcanzando rendimientos de 85% para la γ -ciclodextrina y 69% para la β -ciclodextrina, lo que confirma a la γ -CD como el agente encapsulante más apropiado para este tipo de aplicaciones.

En conjunto, los estudios revisados evidencian la creciente importancia de la curcumina como objeto de investigación en la búsqueda de alternativas que permitan estabilizarla y aprovecharla como colorante natural, contribuyendo así a la mejora de la calidad alimentaria.

No obstante, persiste una limitación fundamental: no existen investigaciones aplicadas directamente a la incorporación de curcumina encapsulada en matrices alimentarias reales. En particular, no se han evaluado sus efectos durante la vida de anaquel ni se han realizado comparaciones directas con colorantes sintéticos como la tartrazina.

Por ello, resulta imperativo avanzar hacia estudios experimentales que verifiquen la estabilidad de la curcumina encapsulada en condiciones reales de procesamiento y almacenamiento, lo que permitirá consolidar su aplicación industrial como un colorante natural seguro y eficaz, alineado con las tendencias hacia el desarrollo de alimentos más saludables.

CONCLUSIONES

La evidencia revisada confirma que la encapsulación constituye una estrategia eficaz para superar las limitaciones de la curcumina como colorante natural, al mejorar su solubilidad en agua y su estabilidad frente a factores críticos como la luz, el pH y la temperatura. Estos avances permiten reconsiderar la viabilidad de la curcumina en la industria alimentaria, donde originalmente su aplicación se veía restringida por dichas debilidades tecnológicas.

Entre las distintas alternativas evaluadas, la encapsulación mediante dispersiones sólidas y posterior secado por aspersión se perfila como el enfoque más prometedor. Este método no solo garantiza una mayor estabilidad y biodisponibilidad, sino que también ofrece ventajas tecnológicas en la producción a escala industrial.

De cara al futuro, se hace necesario avanzar hacia estudios experimentales en matrices alimentarias reales, a fin de verificar si la curcumina encapsulada conserva sus propiedades colorimétricas durante la vida útil de los productos. En particular, resulta relevante comparar directamente su desempeño con el de la tartrazina, su principal análogo sintético, lo que permitiría determinar con rigor su potencial como sustituto natural en el desarrollo de alimentos más seguros y saludables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzate, J., López-Padilla, J., Caicedo, J., & Salazar, J. (2012). Obtención del complejo ciclodextrina-curcumina y su uso como reemplazante de tartrazina. *Lasallista de Investigación*, 9(2), 75–86. <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/rldi/article/view/331>
- Arango, A., Martín, A., Cosero, M., Jiménez, C., & Londoño, J. (2018). Encapsulation of curcumin using supercritical antisolvent (SAS) technology to improve its stability and solubility in water. *Food Chemistry*, 258, 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.088>

- Bhandari, B., D'Arc, B., & Padukka, I. (1999). Encapsulation of lemon oil by paste method using β -cyclodextrin: Encapsulation efficiency and profile of oil volatiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(12), 5194–5197. <https://doi.org/10.1021/jf9902503>
- Bhosale, R., & Singhal, R. (2006). Process optimization for the synthesis of octenyl succinyl derivative of waxy corn and amaranth starches. *Carbohydrate Polymers*, 66(4), 521–527. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2006.04.007>
- Blasco Piquer, M. (1999). España patente n° 2121538.
- Chen, L., Bai, G., Yang, R., Zang, J., Zhou, T., & Zhao, G. (2014). Encapsulation of β -carotene within ferritin nanocages greatly increases its water-solubility and thermal stability. *Food Chemistry*, 149, 307–312. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.115>
- Chen, L., Bai, G., Yang, S., Yang, R., Zhao, G., Xu, C., & Leung, W. (2014). Encapsulation of curcumin in recombinant human H-chain ferritin increases its water-solubility and stability. *Food Research International*, 62, 1147–1153. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.05.054>
- Chuah, A., Jacob, B., Jie, Z., Ramesh, S., Mandal, S., Puthan, J., & Shreeram, S. (2014). Enhanced bioavailability and bioefficacy of an amorphous solid dispersion of curcumin. *Food Chemistry*, 156, 227–233. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.108>
- De Marco, I., Rossmann, M., Prosapio, V., Reverchon, E., & Braeuer, A. (2015). Control of particle size, at micrometric and nanometric range, using supercritical antisolvent precipitation from solvent mixtures: Application to PVP. *Chemical Engineering Journal*, 273, 344–352. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.03.100>
- de Vos, P., Faas, M., Spasojevic, M., & Sikkema, J. (2010). Encapsulation for preservation of functionality and targeted delivery of bioactive food components. *International Dairy Journal*, 20, 292–302. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2009.11.008>
- Delgado, V., & Paredes, L. (2002). *Natural colorants for food and pharmaceutical uses*. CRC Press.
- <https://books.google.com.ec/books?id=zXLLBQAAQBAJ>
- Desaniti, O., & Cahyono, B. (2015). The correlation between knowledge and attitude on food colorant uses of PKK mothers in Penggaron Lor village. *Procedia Food Science*, 3, 156–161. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.017>
- Gangurde, A., Kundaikar, H., Javeer, S., Jaiswar, D., Degani, M., & Amin, P. (2015). Enhanced solubility and dissolution of curcumin by a hydrophilic polymer solid dispersion and its in silico molecular modeling studies. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 29, 226–237. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2015.08.005>
- Gautam, R., Gautam, P., Banerjee, S., Rawat, V., Soni, S., & Chattopadhyaya, M. (2015). Removal of tartrazine by activated carbon biosorbents of Lantana camara: Kinetics, equilibrium modeling and spectroscopic analysis. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3, 788–796. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2014.11.026>
- González, J., Villanueva, M., Piehl, L., & Copello, G. (2015). Development of a chitin/graphene oxide hybrid composite for the removal of pollutant dyes: Adsorption and desorption study. *Chemical Engineering Journal*, 280, 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.05.112>
- Hu, L., Shi, Y., Li, J., Gao, N., Ji, J., Niu, F., & Wang, S. (2015). Enhancement of oral bioavailability of curcumin by a novel solid dispersion system. *AAPS PharmSciTech*, 16, 1327–1334. <https://doi.org/10.1208/s12249-014-0254-0>
- Jia, J., Wang, W., Gao, Y., & Zhao, Y. (2015). Controlled morphology and size of curcumin using ultrasound in supercritical CO₂ antisolvent. *Ultrasonics Sonochemistry*, 27, 389–394. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.06.011>
- Leimann, V., Gonçalves, O., Sorita, G., Rezende, S., Bona, E., Fernandes, I., & Berreiro, M. (2019). Heat and pH stable curcumin-based hydrophilic colorants obtained by the solid dispersion technology assisted by spray-drying. *Chemical Engineering*

- Science*, 201, 248–258.
<https://doi.org/10.1016/j.ces.2019.04.044>
- Leshik, R. (1981). United States patente n° 4307-117.
<https://patents.google.com/patent/EP0037204A1/en>
- Li, B., Konecke, S., Wegiel, L., Taylor, L., & Edgar, K. (2013). Both solubility and chemical stability of curcumin are enhanced by solid dispersion in cellulose derivative matrices. *Carbohydrate Polymers*, 98(1), 1108–1116.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.07.017>
- Li, X., Zhang, Q., Ma, K., Mei, H., & Guo, Z. (2015). Identification and determination of 34 water-soluble synthetic dyes in foodstuff by high performance liquid chromatography–diode array detection–ion trap time-of-flight tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, 182, 316–326.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.019>
- Liu, W., Chen, X., Cheng, Z., & Selomulya, C. (2016). On enhancing the solubility of curcumin by microencapsulation in whey protein isolate via spray drying. *Journal of Food Engineering*, 169, 189–195.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.08.034>
- López, E., Blanch, G., Ruiz del Castillo, M., & Sánchez, S. (2012). Encapsulation and isomerization of curcumin with cyclodextrins characterized by electronic and vibrational spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy*, 62, 292–298.
<https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2012.06.008>
- Meng, F., Trivino, A., Prasad, D., & Chauhan, H. (2015). Investigation and correlation of drug polymer miscibility and molecular interactions by various approaches for the preparation of amorphous solid dispersions. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 71, 12–24.
<https://doi.org/10.1016/j.ejps.2015.02.003>
- Mohan, P., Sreelakshmi, G., Muraleedharan, C., & Joseph, R. (2012). Water soluble complexes of curcumin with cyclodextrins: Characterization by FT-Raman spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy*, 62, 77–84.
<https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2012.05.002>
- Navas, A. (1992). Fluorometric determination of curcumin in yogurt and mustard. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(1), 56–59.
<https://doi.org/10.1021/jf00013a011>
- Oancea, P., & Meltzer, V. (2013). Photo-Fenton process for the degradation of tartrazine (E102) in aqueous medium. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 44(5), 990–994.
<https://doi.org/10.1016/j.jtice.2013.03.014>
- Osorio, J., Carvalho, P., Rostagno, M., Petenate, A., & Meireles, M. (2016). Precipitation of curcuminoids from an ethanolic turmeric extract using a supercritical antisolvent process. *The Journal of Supercritical Fluids*, 108, 26–34.
<https://doi.org/10.1016/j.supflu.2015.09.012>
- Paradkar, A., Ambike, A., Jadhav, B., & Mahadik, K. (2004). Characterization of curcumin–PVP solid dispersion obtained by spray drying. *International Journal of Pharmaceutics*, 271(1–2), 281–288.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2003.11.014>
- Patil, B., Jayaprakasha, G., Chidambara, K., & Vikram, A. (2009). Bioactive compounds: Historical perspectives, opportunities, and challenges. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(18), 8142–8160.
<https://doi.org/10.1021/jf9000132>
- Pimentel, D., Padilla, L., Castaño, O., & Duque, L. (2018). Obtención de colorantes de los rizomas de *Curcuma longa* L. mediante solubilización con aceite. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 23(3).
<http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/614>
- Prasad, S., Gupta, S., Tyagi, A., & Aggarwal, B. (2014). Curcumin, a component of golden spice: From bedside to bench and back. *Biotechnology Advances*, 32(6), 1053–1064.
<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2014.04.004>
- Rafiee, Z., Nejatian, M., Daeihamed, M., & Mahdi, S. (2018). Application of different nanocarriers for encapsulation of curcumin. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(21), 3468–3497.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1495174>
- Ramachandraiah, K., Choi, M., & Hong, G. (2018). Micro- and nano-scaled materials for strategy-based applications in innovative

- livestock products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 71, 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.10.017>
- Salvia-Trujillo, L., Verkempinck, S., Sun, L., Van A., Grauwet, T., & Hendrickx, M. (2017). Lipid digestion, micelle formation and carotenoid bioaccessibility kinetics: Influence of emulsion droplet size. *Food Chemistry*, 229, 653–662. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.146>
- Schranz, J., & Palos, H. (1983). United States patente n° 4368-208.
- Seo, S., Han, H., Chun, M., & Choi, H. (2012). Preparation and pharmacokinetic evaluation of curcumin solid dispersion using Solutol® HS15 as a carrier. *International Journal of Pharmaceutics*, 424(1–2), 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2011.12.051>
- Siviero, A., Gallo, E., Maggini, V., Gori, L., Mugelli, A., Firenzuoli, F., & Vannacci, A. (2015). Curcumin, a golden spice with a low bioavailability. *Journal of Herbal Medicine*, 5(2), 57–70. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2015.03.001>
- Sorouraddin, M., Saadati, M., & Mirabi, F. (2015). Simultaneous determination of some common food dyes in commercial products by digital image analysis. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23(3), 447–452. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2014.10.007>
- Sowasod, N., Nakagawa, K., Tanthapanichakoon, W., & Charinpanitkul, T. (2012). Development of encapsulation technique for curcumin loaded O/W emulsion using chitosan based cryotropic gelation. *Materials Science and Engineering C*, 32(3), 790–798. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2012.01.027>
- Tayyem, R. H., Al-Delaimy, W., & Rock, C. (2006). Curcumin content of turmeric and curry powders. *Nutrition and Cancer*, 55(2), 126–131. https://doi.org/10.1207/s15327914nc5502_2
- Tønnesen, H. (2002). Solubility, chemical and photochemical stability of curcumin in surfactant solutions: Studies of curcumin and curcuminoids, XXVIII. *Pharmazie*, 57(12), 820–824. <https://www.researchgate.net/publication/10923141>
- Tønnesen, H., Måsson, M., & Loftsson, T. (2002). Cyclodextrin complexation: Solubility, chemical and photochemical stability. *International Journal of Pharmaceutics*, 244(1–2), 127–135. [https://doi.org/10.1016/S0378-5173\(02\)00323-X](https://doi.org/10.1016/S0378-5173(02)00323-X)
- Vasconcelos, T., Sarmiento, B., & Costa, P. (2007). Solid dispersions as strategy to improve oral bioavailability of poor water soluble drugs. *Drug Discovery Today*, 12(23–24), 1068–1075. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2007.09.005>
- Wakte, P., Sachin, B., Patil, A., Mohato, D., Band, T., & Shinde, D. (2011). Optimization of microwave, ultrasonic and supercritical carbon dioxide assisted extraction techniques for curcumin from *Curcuma longa*. *Separation and Purification Technology*, 79(1), 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2011.03.010>
- Waleczek, J., Cabral, H., Hempel, B., & Schmidt, P. (2003). Phase solubility studies of pure (–)- α -bisabolol and camomile essential oil with β -cyclodextrin. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 55(2), 247–251. [https://doi.org/10.1016/S0939-6411\(02\)00166-2](https://doi.org/10.1016/S0939-6411(02)00166-2)
- Wikene, K., Bruzell, E., & Tønnesen, H. (2015). Characterization and antimicrobial phototoxicity of curcumin dissolved in natural deep eutectic solvents. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 80, 26–32. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2015.09.013>
- Yadav, D., & Kumar, N. (2014). Nanonization of curcumin by antisolvent precipitation: Process development, characterization, freeze drying and stability performance. *International Journal of Pharmaceutics*, 477(1–2), 564–577. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2014.10.070>
- Zhao, L., Zeng, B., & Zhao, F. (2014). Electrochemical determination of tartrazine using a molecularly imprinted polymer–multiwalled carbon nanotubes–ionic liquid supported Pt nanoparticles composite film coated electrode. *Electrochimica Acta*, 146, 611–617. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2014.08.108>

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara no tener conflictos de intereses.



DERECHOS DE AUTOR

Moncayo-Palchisaca, D. V. (2025)



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo la licencia Creative Commons de Atribución No Comercial 4.0, que permite su uso sin restricciones, su distribución y reproducción por cualquier medio, siempre que no se haga con fines comerciales y el trabajo original sea fielmente citado.



El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en esta publicación es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la revista.