



## MICROENCAPSULACIÓN DE OLEORRESINA DE CÚRCUMA A PARTIR DE UNA EMULSIÓN ACEITE EN AGUA (O/W) MEDIANTE SECADO POR ASPERSIÓN

Fabela-Morón, M.F.<sup>a</sup>, Perea-Flores, M.J.<sup>b</sup>, Belletini, M.B.<sup>c</sup>

<sup>a</sup>CONACYT-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Edo. De Jalisco. Unidad Sureste. Departamento de Tecnología Alimentaria. Parque Científico Tecnológico de Yucatán. Tablaje Catastral 31264, Km. 5.5 Carretera Sierra Papacal-Chuburná Puerto. C.P. 97302 Mérida, Yucatán, México. [mfabela@ciatej.mx](mailto:mfabela@ciatej.mx) / [qa.miriamfabela@gmail.com](mailto:qa.miriamfabela@gmail.com)

<sup>b</sup>Centro de Nanociencias y Micro y Nanotecnologías-Instituto Politécnico Nacional. Departamento de Microscopía Confocal-Multifotónica y Área de preparación de muestras. Ciudad de México, México, C.P. 07738

<sup>c</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Depto. Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná, Paraná, Brasil. C.P. 19011.

Recibido 19 de Noviembre 2016; aceptado 20 de diciembre 2016

### Palabras clave:

encapsulados,  
microestructura,  
funcionalidad

**RESUMEN.** El secado por aspersión es un método de encapsulación factible para la protección de ingredientes activos contra diferentes factores ambientales y que permite obtener encapsulados en forma de polvos, los cuales presentan propiedades características. En el presente estudio se utilizó el secado por aspersión como método de microencapsulación de oleorresina de cúrcuma a partir de una emulsión aceite en agua (o/w), empleando mezclas ternarias de diferentes materiales de pared: goma arábiga, inulina y concentrado de proteína de suero de leche, de acuerdo a un diseño experimental de simple centroide. Se evaluó la estabilidad de la emulsión, eficiencia de encapsulación, contenido de humedad, tiempo de rehidratación, tamaño de partícula, propiedades de fluidez y la microestructura de los encapsulados obtenidos. Los materiales de pared empleados en la encapsulación de oleorresina de cúrcuma proporcionaron alta eficiencia de encapsulación y propiedades de fluidez específicas en función de las condiciones de operación utilizadas.

### Key words:

Encapsulated,  
microstructure,  
functionality

**ABSTRACT.** Spray drying is a feasible encapsulation method for the active ingredients against different environmental factors and allow to get encapsulates in a powder form, which present characteristic properties. In the present study was used the spray drying as an encapsulation method of curcuma oleoresin from an oil in water emulsion (o/w), arabic gum, inulin and whey protein concentrate, according to a simple centroid experimental design. Emulsion stability, encapsulation efficiency, moisture content, rehydration time, particle size, flow properties using a ternary blend of different wall materials and microstructure of the encapsulates obtained. The wall materials used in the encapsulation of curcuma oleoresin offers high encapsulation efficiency and specific flow properties in function of the operation conditions used.

## INTRODUCCIÓN

La cúrcuma es una planta que pertenece a la familia de las Zingiberáceas, es de origen asiático y su rizoma es muy utilizado como condimento. Su principal ingrediente activo es la curcumina, componente responsable de su actividad antibacteriana, antifúngica, antiinflamatoria e inmunomoduladora. El principio activo y colorante (amarillo) de la

oleorresina de cúrcuma está asociado a la presencia de aceites esenciales, ácidos

grasos, curcuminoides y turmerina<sup>1</sup>. Los curcuminoides son un grupo de compuestos fenólicos susceptibles de degradarse por acción de factores ambientales como la luz, oxígeno, pH y temperatura, además de presentar baja solubilidad en agua y puede llegar a limitar su uso tanto en alimentos como





en farmacia <sup>2</sup>, debido a ello la microencapsulación de la oleoresina de cúrcuma puede contrarrestar esta situación, mejorando su estabilidad y solubilidad en medio acuoso, facilitando su uso como pigmento natural en diversas aplicaciones en la industria alimenticia, farmacéutica y química <sup>3</sup>.

La microencapsulación es una técnica que permite empaquetar ingredientes activos, materiales sólidos, líquidos o gaseosos, dentro de una capa protectora de material pared o agente encapsulante (biopolímeros), estas características proporcionan una barrera física de protección con propiedades hidrofílicas y/o hidrofóbicas. Entre los ingredientes que se pueden preservar se encuentran sabores, aceites esenciales, lípidos, oleoresinas, colorantes, pigmentos, entre otros <sup>4, 5</sup>. En el área de alimentos, las aplicaciones de la microencapsulación se centran en la protección contra factores como el calor y la humedad, con el fin de mantener su estabilidad y viabilidad bajo las condiciones de procesamiento, envasado, almacenamiento y distribución, lo cual ejerce un efecto en el sabor, aroma, estabilidad, valor nutricional y apariencia de productos <sup>5, 6</sup>.

Los procesos de encapsulación se dividen en químicos y mecánicos, dentro de los procesos mecánicos se encuentra el secado por aspersión, al ser el método más utilizado a nivel industrial desde principios del siglo XX, consiste en atomizar la solución, dispersión o emulsión que contiene al ingrediente activo y al material pared, el cual es deshidratada en forma de gotas muy finas a través de un aspersor tipo boquilla o disco rotatorio por medio de una corriente de aire caliente, dentro de una cámara de secado facilitando que el ingrediente activo presente en la emulsión quede atrapado en una película de agente encapsulante y permite obtener encapsulados en forma de polvos de geometría esférica y microestructura característica, relacionadas con tamaños de partícula entre 20  $\mu\text{m}$  y 200  $\mu\text{m}$  <sup>6, 7</sup>. La microencapsulación mediante secado por aspersión es apropiada para materiales volátiles y sensibles al calor, debido a que el tiempo de exposición a temperaturas elevadas es corto en comparación a otros métodos de secado <sup>8</sup>.

Los materiales pared empleados como agentes encapsulantes son: almidones, maltodextrinas, dextranos, ciclodextrinas, carboximetilcelulosa, goma arábica, goma de mezquite, goma guar, alginato de sodio, carragenina, ceras, parafinas, grasas, mono y diglicéridos, gelatina, proteína de soya, caseinatos, concentrados de proteína de suero de leche y caseína, éstos deben proporcionar la característica de formar una emulsión estable durante el proceso de secado por aspersión, además de poseer buenas propiedades reológicas, estabilizantes, emulsificantes y formadoras de película que faciliten la protección del ingrediente activo y que a su vez influyan en las propiedades físicas, mecánicas y de fluidez del encapsulado, con el fin de proveer la máxima protección al ingrediente activo <sup>9, 10</sup>. El objetivo del presente trabajo fue microencapsular oleoresina de cúrcuma a partir de una emulsión aceite en agua (o/w) mediante secado por aspersión, utilizando como materiales pared goma arábica, inulina y concentrado de proteína de suero de leche, para su posible aplicación como aditivo en alimentos y farmacia. Las pruebas empleadas para evaluar la calidad de los encapsulados obtenidos y del proceso fueron: estabilidad de la emulsión, eficiencia de encapsulación, contenido de humedad, propiedades de fluidez, tamaño de partícula, tiempo de rehidratación y la microestructura.

## METODOLOGÍA

**Materiales.** Para el desarrollo de la investigación se utilizó oleoresina de Cúrcuma proporcionada por la empresa Sensient Colors S.A. de C.V., goma arábica (Droguería Cosmopolita S.A. de C.V., Ciudad de México), inulina (Nutriagaves de México, Jalisco), concentrado de proteína de suero de leche (Ingredientes Funcionales de México, Ciudad de México) y agua bidestilada.

**Preparación de la emulsión y secado por aspersión.** Se formuló la emulsión empleando una mezcla ternaria de goma arábica, inulina y concentrado de proteína de suero de leche, de acuerdo a un diseño experimental de simple centroide. Se preparó una dispersión al 20 %





de sólidos conteniendo la mezcla ternaria de materiales pared (40 g totales) y agua bidestilada (140 mL), para conformar la emulsión se adicionó la oleoresina de cúrcuma al 5 % respecto al material de pared y aceite de maíz (17.47 g) y fue emulsificada por medio de un homogenizador de cuchillas (Modelo MR30, Braun, México) durante 5 minutos hasta la completa dispersión de la oleoresina. La emulsión formulada fue secada por aspersión en un quipo con arreglo de boquilla en paralelo (modelo 8K2SRMA serie 193, Confad Industry, México), a una velocidad de alimentación de 40 mL/min y a una relación de temperatura de entrada/salida del aire de secado de 170°C/85°C<sup>10</sup>.

**Estabilidad de la emulsión.** Se evaluó midiendo la altura de la capa emulsificada con respecto al total de la emulsión por medio de una probeta graduada en función del volumen, en un tiempo de 2 h posterior a la formulación de la emulsión<sup>11</sup>:

**Rendimiento de encapsulación.** El rendimiento de encapsulación para evaluar la eficiencia del proceso fue calculado a través de la Ec.1:

$$RE (m/m) = \left[ \frac{MTC (g)}{OR (g) + MB(g)} \right] * 100$$

Ec. 1

Donde RE indica rendimiento de encapsulación, MTC masa de microcápsulas obtenidas, OR masa de oleoresina de cúrcuma y MB masa de biopolímeros.

**Propiedades de fluidez.** La densidad empacada, la densidad aparente y el índice de Carr fueron evaluados como parámetros de calidad de la fluidez de los encapsulados<sup>12</sup>.

**Tamaño de partícula.** El tamaño de partícula de los encapsulados fue determinado mediante dispersión dinámica de luz, por medio del equipo Coulter Counter LS 230. La distribución del tamaño promedio de partícula fue analizada por medio del software LS32. La determinación fue por triplicado<sup>13</sup>.

**Microestructura.** La microestructura de los encapsulados se caracterizó por medio de un microscopio electrónico de barrido ambiental (QUANTA 3D FEG, FEI, E.U.A). Las muestras fueron colocadas en un portamuestras de MEBA con cinta adhesiva por ambos lados, éstas se cubrieron con oro en una Ionizadora (Desk II, modelo Denton Vacuum, E.U.A). Posteriormente la muestra se colocó en el microscopio a 2 kV para observar su microestructura<sup>14</sup>.

**Contenido de humedad y tiempo de rehidratación.** El contenido de humedad fue determinado gravimétricamente por el método AOAC 32.1.03 [14]. El tiempo de rehidratación fue determinado en 1 g de muestra disuelto en 40 mL de agua destilada a 25 °C por medio de un agitador magnético, para ello se determinó el tiempo requerido en el que los encapsulados se humectaron e hidrataron completamente<sup>10, 14</sup>.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como puede apreciarse en la Tabla 1, se muestran los resultados referentes a la evaluación de la estabilidad de la emulsión y las propiedades evaluadas en los encapsulados. La emulsión presentó alta estabilidad (80%) evaluada a las 2 h de ser formulada, lo cual indica que se mantuvo homogénea al realizarse el proceso de secado por aspersión, facilitando la obtención de los encapsulados en forma de polvos con un rendimiento de encapsulación del 73% bajo las condiciones de operación utilizadas. El contenido de humedad de los microencapsulados de cúrcuma fue del 2.85% (Tabla 1), el cual debe ser bajo para asegurar su calidad, debido a que a altos contenidos de humedad se afecta la estabilidad del material promoviendo la aglomeración y la humectabilidad de las partículas, el valor obtenido es consistente con lo reportado en mucílago de nopal secado por aspersión<sup>15</sup>.

El índice de Carr es un parámetro relacionado con la fluidez de los polvos, el cual involucra a la densidad empacada y aparente de los encapsulados, los cuales juegan un papel importante en el procesamiento, manejo y almacenamiento de los encapsulados en forma de polvos, en este sentido los valores





obtenidos pueden apreciarse en la Tabla 1, donde los encapsulados de oleoresina de cúrcuma presentan baja fluidez al presentar un valor de 35.91 % de Índice de Carr, lo cual está relacionado a la presencia del concentrado de proteína de suero de leche y goma arábica como materiales pared en la formulación de los encapsulados de oleoresina de cúrcuma y este valor expresa la capacidad de compactación o compresibilidad del polvo asociada a las fuerzas de cohesión, de Van der Waals y dipolo-dipolo que ejercen las partículas que conforman el polvo para interactuar y acomodarse entre sí.

Asimismo, los valores obtenidos de densidad empacada y aparente concuerdan con lo reportado en extracto de cáscara sagrada seco por aspersión<sup>12</sup>. En este sentido, es crucial determinar los valores de la densidad de los microencapsulados obtenidos en forma de polvo, debido a que determinan las condiciones de fluidez durante el almacenamiento.

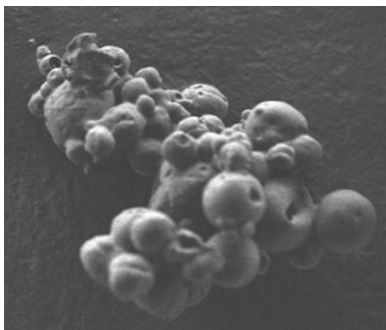
El tamaño promedio de partícula de los encapsulados osciló entre 2.5 y 22  $\mu\text{m}$ . Los encapsulados presentaron en su microestructura partículas con superficie rugosa y lisa, además de la presencia de hendiduras, acorde a la microestructura de los materiales pared empleados en la formulación de los mismos y concuerda con lo reportado en extracto de agave seco por aspersión y en aceite de linaza microencapsulado con goma arábica y concentrado de proteína de suero de leche<sup>11, 14</sup>.

El tiempo de rehidratación de los encapsulados fue de 10.2 minutos este valor está en función del tamaño de partícula, propiedades de fluidez y la microestructura, como puede observarse en la Figura 2, la formación de aglomerados de partículas influye en el tiempo en que los encapsulados se hidratan completamente y la presencia de hendiduras en su topología externa<sup>9, 10, 14, 15</sup>.

**Tabla 1.** Propiedades evaluadas en Microencapsulados de oleoresina de cúrcuma

| Propiedades                           | Microencapsulados |
|---------------------------------------|-------------------|
| Estabilidad de la emulsión (%)        | 80.26 $\pm$ 0.1   |
| Rendimiento de encapsulación (%)      | 73.05 $\pm$ 0.1   |
| Contenido de Humedad (%)              | 2.85 $\pm$ 0.1    |
| Tamaño de partícula ( $\mu\text{m}$ ) | 2.5-22 $\pm$ 2.8  |
| Densidad empacada (g/mL)              | 0.38 $\pm$ 0.1    |
| Densidad aparente (g/mL)              | 0.59 $\pm$ 0.1    |
| Índice de Carr (%)                    | 35.91 $\pm$ 1.0   |
| Tiempo de rehidratación (min)         | 10.2 $\pm$ 0.1    |

Los valores representan el promedio de tres repeticiones y su desviación estándar



**Figura 2.** Microestructura de microencapsulados de oleoresina de cúrcuma. Microfotografías adquiridas por microscopía electrónica de barrido a 1000 X y 2 kV.

## CONCLUSIONES

La microencapsulación de oleoresina de cúrcuma utilizando como materiales pared goma arábica, concentrado de proteína de suero de leche e inulina facilitó la obtención de encapsulados con un óptimo rendimiento de encapsulación, cuyas propiedades de fluidez están en función del contenido de humedad, geometría, tamaño promedio de partícula, densidad aparente y empacada, parámetros que son importantes evaluar debido a que





permiten determinar si el material pared puede mezclarse con otros ingredientes en polvo durante su procesamiento o si los encapsulados pueden almacenarse en un contenedor en almacenamiento, en su posible aplicación como aditivo en alimentos y farmacia.

## REFERENCIAS

1. Mesa, M. D., Ramirez-Tortosa, M. C., Aguilera García, C., Ramirez-Bosca, A., & Gil Hernández, Á. (2000). Efectos farmacológicos y nutricionales de los extractos de *Curcuma longa* L. y de los cucuminoideos. *Ars Pharm*, 41(3): 307-321.
2. Cano-Higuita, D. M., Vélez, H. A. V., & Telis, V. R. N. (2015). Microencapsulation of turmeric oleoresin in binary and ternary blends of gum arabic, maltodextrin and modified starch. *Ciênc. e Agrotec*, 39(2), 173-182.
3. Wang, Y., Lu, Z., Wu, H., & Lv, F. (2009). Study on the antibiotic activity of microcapsule curcumin against foodborne pathogens. *Int J Food Microbiol*, 136(1), 71-74.
4. Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A., & Saurel, R. (2007). Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. *Food Res Int*, 40(9), 1107-1121.
5. Parra Huertas, R. A. (2010). Food Microencapsulation: A review. *Rev Fac Nat Agr Medellín*, 63(2), 5669-5684.
6. López Hernández, O. D. (2010). Microencapsulación de sustancias oleosas mediante secado por aspersion. *Revista Cubana de Farmacia*, 44(3), 381-389.
7. Yáñez, J., Salazar, J., Chaires, L., Jiménez, J., Márquez, M., & Ramos, E. (2002). Aplicaciones biotecnológicas de la microencapsulación. *Avance y perspectiva*, 21, 313-319.
8. Desai, K. G. H., & Jin Park, H. (2005). Recent developments in microencapsulation of food ingredients. *Dry tech*, 23(7), 1361-1394.
9. Saéñz, C., Tapia, S., Chávez, J., & Robert, P. (2009). Microencapsulation by spray drying of bioactive compounds from cactus pear (*Opuntia ficus-indica*). *Food Chem*, 114(2), 616-622.
10. Pérez-Alonso, C., Fabela-Morón, M. F., Guadarrama-Lezama, A. Y., Barrera-Pichardo, J. F., Alamilla-Beltrán, L., & Rodríguez-Huezo, M. E. (2009). Interrelationship between the structural features and rehydration properties of spray dried manzano chilli sauce microcapsules. *Rev Mex Ing Quim*, 8(2), 187-196.
11. Carneiro, H. C., Tonon, R. V., Grosso, C. R., & Hubinger, M. D. (2013). Encapsulation efficiency and oxidative stability of flaxseed oil microencapsulated by spray drying using different combinations of wall materials. *J Food Eng*, 115(4), 443-451.
12. Gallo, L., Llabot, J. M., Allemandi, D., Bucalá, V., & Piña, J. (2011). Influence of spray-drying operating conditions on *Rhamnus purshiana* (Cáscara sagrada) extract powder physical properties. *Powder Technol*, 208(1), 205-214.
13. Dimitrova, T. D., & Leal-Calderon, F. (2004). Rheological properties of highly concentrated protein-stabilized emulsions. *Adv in Colloid Interface Sci*, 108, 49-61.
14. Fabela-Morón, M. F., Porras-Saavedra, J., Martínez-Velarde, R., Jiménez-Aparicio, A., Arenas-Ocampo, M. L., & Alamilla-Beltrán, L. (2015). Physical-Chemical Properties and microstructure of agave powders obtained by spray drying. In *Water Stress in Biological, Chemical, Pharmaceutical and Food Systems* (pp. 345-351). Springer New York.
15. León-Martínez, F. M., Méndez-Lagunas, L. L., & Rodríguez-Ramírez, J. (2010). Spray drying of nopal mucilage (*Opuntia ficus-indica*): Effects on powder properties and characterization. *Carbohydr Polym*, 81(4), 864-870.

