

## Microencapsulación de algunos compuestos bioactivos mediante secado por aspersión

*Microencapsulation of some bioactive compounds through spray drying*

*A microencapsulação de alguns compostos bioativos por secagem por aspersão*

**Juan José Luna Guevara**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

[juanj.luna@correo.buap.mx](mailto:juanj.luna@correo.buap.mx)

**José Mariano López Fuentes**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

[lombriculturapepe\\_buap@yahoo.com.mx](mailto:lombriculturapepe_buap@yahoo.com.mx)

**Oscar Jiménez González**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

[oscar\\_j123@hotmail.com](mailto:oscar_j123@hotmail.com)

**Lorena Luna Guevara**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

[lunaguevara@yahoo.com.mx](mailto:lunaguevara@yahoo.com.mx)

### Resumen

La microencapsulación (ME) permite la incorporación de ingredientes alimentarios en pequeñas cápsulas. Asimismo, favorece la conservación de sabores, aromas y compuestos como acidulantes, antioxidantes y vitaminas, así como algunos alimentos y materiales incluyendo aceites y microorganismos. La ME es una tecnología que puede contribuir al procesamiento de los alimentos al preservar su contenido nutricional, coadyuvar con una liberación controlada en la formulación y facilitar su manipulación. La liberación oportuna de los microencapsulados mejora la eficacia de los aditivos, amplía el campo de aplicación de los ingredientes alimentarios y asegura la dosis óptima, mejorando así la rentabilidad para el fabricante de alimentos. Por lo tanto, en esta revisión se describen brevemente algunos aspectos relacionados con la ME

mediante el secado por aspersión, materiales encapsulados y encapsulantes, algunas experiencias exitosas de la ME y su uso en la tecnología de los alimentos.

**Palabras clave:** microencapsulation, compuestos bioactivos, secado por aspersión.

## Abstract

Microencapsulation (ME) allows the incorporation of food ingredients in small capsules. Also, promotes the conservation of flavours, aromata and compounds such as acidulants, antioxidants and vitamins, as well as some food and materials including oils and micro-organisms. The ME is a technology that may contribute to food processing to preserve their nutritional content, contribute with a controlled release in the formulation and facilitate its handling. The release timely of the microencapsulations improves the efficacy of the additives, expands the scope of food ingredients and ensures the optimal dose, thus improving the profitability for the food manufacturer. Therefore, this review briefly describes some aspects related to the ME by spray drying, encapsulated materials and encapsulating materials, some successful ME experiences and its food technology usage.

**Key words:** microencapsulation, bioactive compounds, spray drying.

## Resumo

A microencapsulação (ME) permite a incorporação de ingredientes de alimentos em pequenas cápsulas. Além disso, favorece a preservação de sabores, aromas e compostos como acidulantes, antioxidantes e vitaminas, e alguns alimentos e materiais, incluindo óleos e microorganismos. O ME é uma tecnologia que pode contribuir para a transformação de alimentos para preservar o seu conteúdo nutricional, ajudar com uma formulação de liberação controlada e facilitar o manuseio. A liberação atempada do microencapsulado melhora a eficácia de aditivos, alarga o âmbito de ingredientes alimentícios e assegura a dose ideal, melhorando assim a rentabilidade para o fabricante de alimentos. Portanto, esta revisão descreve resumidamente alguns aspectos da ME por spray drying, encapsulados e materiais de encapsulação, algumas experiências bem sucedidas de ME e seu uso em tecnologia de alimentos.

**Palavras-chave:** microencapsulação, compostos bioactivos, secagem por atomização.

**Fecha recepción:** Diciembre 2015

**Fecha aceptación:** Junio 2016

---

## Introducción

La microencapsulación (ME) consiste en el aislamiento de la sustancia activa (en estado líquido, sólido o gaseoso) para obtener productos con una forma esférica y un tamaño micrométrico, en el cual el material activo o core, es protegido por una membrana del medio, facilitando su manejo (Ko et al., 2002) y permitiendo su liberación cuando se requieran cantidades muy pequeñas (Kirby, 1991). En este sentido dichas cápsulas pueden liberar su contenido a velocidades controladas bajo condiciones específicas (Chen et al., 2003; Kim et al., 2002; Lee et al., 2003; Ko et al., 2002; Cho et al., 2000; 2003; Parra, 2010; Nesterenko et al., 2013).

La técnica de ME puede ser aplicada para promover la resistencia de los materiales alimenticios empleados a las condiciones de procesamiento y empaquetado, mejorando el sabor, aroma, estabilidad, valor nutritivo y apariencia de sus productos, y de esa manera proteger sustancias sensibles al ambiente. Las propiedades de liberación de los microencapsulados pueden depender del contenido de las partículas, el rompimiento, la solubilización, el calentamiento, el pH, o la acción enzimática. Por otro lado, ayudan a enmascarar sabores y olores desagradables de las sustancias (es decir, permiten controlar la liberación del material hasta el estímulo adecuado) (Lee, 2003).

La ME tiene diferentes aplicaciones en la industria alimenticia con la finalidad de mejorar las propiedades y características de los ingredientes alimentarios, un ejemplo es la inmovilización de los ingredientes o la adición de agentes antimicrobianos (Cha et al., 2003; Cha et al., 2002; Choi et al., 2002; Dubey et al., 2009).

Existen varios procesos para producir microencapsulados, entre los que están el secado por aspersión, la aspersión con enfriamiento, el lecho fluidizado, la coacervación/separación de fase, la gelación, la evaporación de solvente, la expansión de fluido supercrítico, la polimerización interfacial (policondensación), la polimerización de la emulsión y la extrusión (Nesterenko et al., 2013). Elegir la técnica de ME para un proceso en particular depende del tamaño, la

biocompatibilidad y la biodegradación que necesite la partícula (Montes, De Paula, y Ortega, 2007). Actualmente el secado por aspersión es uno de los métodos más utilizados en la industria alimenticia (Augustin y Hemar, 2009; Desai y Park, 2005; Gibbs et al., 1999).

### **La microencapsulación y sus aplicaciones**

La ME ha sido utilizada por la industria de alimentos desde hace más de 60 años y, en un sentido amplio, la tecnología de encapsulación en el procesamiento de alimentos incluye el recubrimiento de partículas diminutas. El tamaño de estas microcápsulas puede variar, desde ser partículas submicrométricas hasta medir varios milímetros y mantener una gran variedad de formas, dependiendo de los materiales y métodos utilizados (Desai y Park, 2005). Algunos ingredientes que pueden encapsularse son: acidulantes, grasas, saborizantes, antioxidantes, aceites poliinsaturados, vitaminas, fármacos, microorganismos, minerales, etcétera (Dubey et al., 2009; Yañez et al., 2002; Kirby, 1991). Dentro de los parámetros más importantes a controlar durante el secado por aspersión se encuentran: las temperaturas de entrada y salida del aire de secado, el flujo de alimentación del producto a secar, el tiempo de residencia y el acondicionamiento de la materia prima (Parra, 2010).

### **Diseño de microcápsulas**

Se puede seleccionar una amplia variedad de polímeros naturales o sintéticos, dependiendo del material a recubrir y las características deseadas en las microcápsulas finales. La correcta elección del material de la pared es muy importante, ya que influye en la eficiencia de la encapsulación y la estabilidad de la microcápsula. La composición del material de revestimiento es el principal determinante de las propiedades funcionales de la microcápsula y de la forma en que se puede utilizar. El encapsulante ideal debe proporcionar a la película propiedades emulsificantes, ser biodegradable, resistente al tracto intestinal, tener baja viscosidad y un alto contenido de sólidos, baja higroscopicidad, no ser reactivo con el núcleo, tener capacidad para sellar y mantener el núcleo en el interior de la cápsula, tener capacidad para proporcionar la máxima protección al núcleo contra las condiciones adversas, carecer de un sabor desagradable para su aplicabilidad en alimentos y tener viabilidad económica (Barros y Stringheta, 2006).

La mayoría de los materiales de la pared no tienen todas las propiedades deseadas. Una práctica común consiste en la mezcla de dos o más materiales. Tales materiales pueden ser carbohidratos: almidones, almidones modificados, dextrinas, sacarosa, celulosa y quitosano; gomas: la goma árabiga, alginato y carragenina; lípidos: cera, parafina, monoglicéridos y diglicéridos, aceites hidrogenados y grasas; materiales inorgánicos: sulfato de calcio y silicatos; proteínas de gluten, caseína, gelatina, albúmina, entre otros (Shahidi and Han, 1993; Silva et al., 2014).

### **Usos y aplicaciones en la industria alimentaria**

La ME de secado por aspersión se usa básicamente en la industria alimenticia con el propósito de proteger ingredientes que son sensibles a la luz y el oxígeno y disminuir la formación de radicales libres (Ahmed et al., 2010; Bakowska-Barczak y Kolodziejczyk, 2011; Barros y Stringheta, 2006). De acuerdo con Desai y Park (2005) y Kirby (1991), el uso adecuado de los microencapsulados en la industria depende de la relación que se establece entre el principio activo o core y el polímero que funge como pared. Algunos factores que limitan o favorecen esta relación son: la cinética de liberación, la relación del copolímero, el peso molecular del polímero, costo, tamaño de partícula, entre otros (Bakan, 1973; Desai y Park, 2005).

La ME es una alternativa viable que se puede aplicar a una amplia variedad de productos. Estudios recientes han demostrado un enorme potencial para proteger el material del núcleo, resultando en productos de calidad superior para la industria alimentaria; sin embargo, el uso de esta tecnología en productos sensibles al calor, tales como microorganismos y aceites esenciales, puede ser limitado debido a que la alta temperatura requerida provoca la volatilización y/o la destrucción del producto (Silva et al., 2014).

### **Aplicaciones de la ME en productos vegetales**

La ME ayuda a proteger a distintos nutrientes y conservar compuestos bioactivos o antioxidantes en frutas y vegetales (Dubey et al., 2009), por lo que se han realizado numerosos estudios donde utilizan esta técnica para la conservación de los compuestos mencionados. Lo anterior cobra importancia debido a que actualmente existe un incremento en el consumo de aquellos alimentos que contribuyen a mejorar la salud del consumidor, incluyendo una gran variedad de frutas y hortalizas, los cuales son una importante fuente de compuestos antioxidantes.

Entre los estudios realizados sobre la aplicación de la ME en vegetales se encuentran los desarrollados por Larroza y Zerlotti (2007) y Fabra et al. (2009), quienes evaluaron la estabilidad de los compuestos carotenoides durante el secado, la ME y su posible aplicación en ambientes hidrofílicos. Otra investigación fue realizada con el pigmento carotenoide y xantofílico “astaxantina” para la obtención de encapsulados tipo nanoesferas de etilcelulosa, alcanzando buenas características de encapsulación con una eficiencia de 98 % (Tachaprutinuna et al., 2009 y Parra, 2010). Cabe mencionar que la astaxantina es un pigmento utilizado en la industria de la acuicultura; recientemente se ha propuesto su aplicación como un producto nutraceútico.

Rutz et al. (2013), encapsularon jugo de cereza brasileña (*Eugenia uniflora* L.) en matrices de goma xantana-hidrogel y evaluaron la estabilidad de carotenoides, compuestos fenólicos y actividad antioxidante después de 84 días a 4 y 25 °C, obteniendo mejores resultados a 4 °C. También analizaron jugos de açai (con diferentes agentes MD 10DE, MD 20DE, GA, almidón de tapioca) a 25 y 35 °C. Por otro lado, Tonon et al. (2010), lograron evaluar mediante la encapsulación la estabilidad de antocianinas y la actividad antioxidante, cuyos resultados fueron distintos en los microencapsulados ya que dependían de condiciones tales como temperatura de almacenamiento y actividad de agua de los polvos.

La encapsulación de compuestos fenólicos provenientes de bayberry o myrica realizada por Zheng et al. (2011) y Fang y Bhandari (2011), permitió determinar que los contenidos de los compuestos antioxidantes no solo dependieron del tipo de agente encapsulante (etilcelulosa o MD 10DE), sino de las condiciones de proceso durante la ME como las temperaturas de entrada y salida (150°C y 80°C), actividad de agua de los polvos y pH de las emulsiones encapsuladas. Por su parte, Kuck y Zapata (2016) encapsularon extractos fenólicos provenientes de piel de uva (*Vitis labrusca* var. Bordo) utilizando goma arábiga y una temperatura de entrada de 140°C, garantizando así una retención de fenoles (81.4 a 95.3 %), antocianinas (80.8 a 99.6 %) y actividad antioxidante (45.4 a 83.7 %).

Krishnan et al. (2005), consiguieron microencapsular una oleorresina de cardamomo mediante secado por aspersión, empleando goma arábiga, maltodextrina y almidón modificado. Los resultados mostraron un incremento en la protección de la oleorresina.

Por otro lado, Arrazola et al. (2014), evaluaron pigmentos microencapsulados de antocianinas, mediante el secado por aspersión con 30 % de maltodextrina y 180 °C, los cuales presentaron

buenas propiedades fisicoquímicas, con menores contenidos de humedad (3.43 %) y actividad de agua (0.26) y mayores porcentajes de solubilidad (93.61 %). De acuerdo a los tiempos de retención (1.012 min) y el análisis espectral mostrado por las muestras y el estándar de Delfinidina-3-rutinoside, la antocianina cuantificada en el extracto y en los polvos microencapsulados podría ser Delfinidina-3-rutinosido. Los polvos microencapsulados presentaron parámetros de color °H entre 2 y 7 °, lo que indica un color rojo con alta tonalidad, siendo el tratamiento con 15 % de maltodextrina el que presentó los mayores valores de tonalidad.

### **Conclusión**

La microencapsulación ha permitido que los materiales alimenticios resistan mejor las condiciones de procesamiento y empaque ya que mantienen el sabor, el aroma, la estabilidad, el valor nutritivo y la apariencia de sus productos. Se han llevado a cabo investigaciones recientes empleando nuevos acarreadores o encapsulantes, sin embargo, todavía se necesita seguir estudiando alternativas de nuevos materiales de la pared y materiales encapsulados, así como mejorar y optimizar los métodos existentes de encapsulación, que permitan incrementar la vida de anaquel de las microcápsulas y sus aplicaciones potenciales.

## Bibliografía

- Ahmed, M., Akter, M.S., Lee, J. C., Eun, J. B. (2010). Encapsulation by spray drying of bioactive components, physicochemical and morphological properties from purple sweet potato. *LWT – Food Science and Technology* 43 (9), 1307-1312.
- Arrazola, G., Herazo, I., & Alvis, A. (2014). Microencapsulación de Antocianinas de Berenjena (*Solanum melongena* L.) mediante secado por aspersión y evaluación de la estabilidad de su color y capacidad antioxidante. *Información tecnológica*, 25(3), 31-42.
- Augustin, M. A., & Hemar, Y. (2009). Nano- and micro-structured assemblies for encapsulation of food ingredients. *Chemical Society Reviews*, 38, 902-912.
- Bakan, J.A. (1973). Microencapsulation of food and related products. *Food Technology*, 27 (11), 34-38.
- Bakowska-Barczak, A. & Kolodziejczyk, P. (2011). Black currant polyphenols: their storage stability and microencapsulation. *Industrial Crops and Products* 34 (2), 1301-1309.
- Barros, D., & Stringheta, C. (2006). Microencapsulamento de antocianinas: Uma alternativa para o aumento de sua aplicabilidade como ingrediente alimentício. *Biotecnologia ciência e desenvolvimento*, 36(36), 18-24.
- Cha, D., Cooksey, K., Chinnan, S., Park, H. (2003). Release of nisin from various heat-pressed and cast films. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 36, 209-213. 16.
- Cha, D., Choi, J., Chinnan, M., & Park, H. (2002). Antimicrobial films based on Na-alginate and j-carrageenan. *Lebensm.-Wiss. U.-Technology.* 35, 715-719. 17.
- Chen, X., Lee, C., & Park, H. (2003). Oil emulsification for the self-aggregation and nanoparticle formation of linolenic acid modified chitosan in the aqueous system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 3135-31.
- Cho, H., Shin, D. & Park, J. (2000). Optimization of emulsification and spray drying processes for the microencapsulation of flavor compounds. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 32, 132-139.



- Choi, W., Park, H., Ahn, D., Lee, J. & Lee, C. (2002). Wettability of chitosan coating solution on 'Fuji' apple skin. *Journal of Food Science*. 67, 2668-2672.
- Desai, K., & Park, J. (2005). Recent developments in microencapsulation of food ingredients. *Drying Technology*, 23, 1361-1394.
- Dubey, R., Shami, T. & Bhasker R. (2009). Microencapsulation technology and application. *Defence Science Journal*. 59, 82-95.
- Fabra, A., Hambleton, P. Talens, F. Debeaufort & A. Voilley (2009). Influence of interactions on water and aroma permeabilities of  $\kappa$ -carrageenan-oleic acid-beeswax films used for flavour encapsulation. *Carbohydrate Polymers* 76(2): 325-332.
- Fang, Z. & Bhandari, B. (2011). Effect of spray drying and storage on the stability of bayberry polyphenols. *Food Chemistry*, 129, 1139-1147.
- Gibbs, B., Kermasha, S., Alli, I., & Mulligan, C. (1999). Encapsulation in the food industry: A review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 50, 213-224.
- Kim, B., Hwang, S., Park, J., Park, H. (2002). Preparation and characterization of drug-loaded microspheres by an emulsion solvent evaporation method. *Journal of Microencapsulation*, 19, 811-822.
- Kirby, C.J. (1991). Microencapsulation and controlled delivery of food ingredients. *Food Science and Technology Today*. 5 (2), 74-80.
- Ko, J., Park, H., Hwang, S., Park, J., Lee, J. (2002). Preparation and characterization of chitosan microparticles intended for controlled drug delivery. *International Journal of Pharmaceutics*. 249, 165-174.
- Krishnan, S., Bhosale, R., & Singhal, R. (2005). Microencapsulation of cardamom oleoresin: Evaluation of blends of gum arabic, maltodextrin and a modified starch as wall materials. *Carbohydrate Polymers*, 61(1), 95-102.
- Kuck, L., & Zapata, N. (2016). Microencapsulation of grape (*Vitis labrusca* var. Bordo) skin phenolic extract using gum Arabic, polydextrose, and partially hydrolyzed guar gum as encapsulating agents. *Food Chemistry*, 194, 569-576.

- Laohasongkram, K., Mahamaktudsanee, T. & Chaiwanichsiri, S. (2011). Microencapsulation of Macadamia oil by spray drying. *Procedia Food Science*, 1, 1660-1665.
- Larroza, I. & A. Zerlotti (2007). Encapsulation of Lycopene using spray-drying and molecular inclusion processes. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 50(5): 893-900.
- Lee, D., Hwang, S., Park, J.B. & Park, H. (2003). Preparation and release characteristics of polymer-coated and blended alginate microspheres. *Journal of Microencapsulation*, 20, 179-192.
- Lee, J., Park, H., Lee, C., Choi, W. (2003). Extending shelf life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *Lebensm.-Wiss. U.-Technology*. 36, 323-329.
- Montes, E., De Paula, C. y Ortega, F. (2007). Determinación de las condiciones óptimas de encapsulado por co-cristalización de jugo de maracuyá (*Pasiflora edulis*). *Temas Agrarios*, 12,5-12.
- Nesterenko, A., Alric, I., Silvestre, F., & Durrieu, V. (2013). Vegetable proteins in microencapsulation: A review of recent interventions and their effectiveness. *Industrial Crops and Products*, 42, 469-379.
- Parra Huertas, R. (2010). Food microencapsulation: a review. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 63(2), 5669-5684.
- Rutz, J., Zambiazzi, R., Borges. C., Krumreich, F., Da Luz, S., Hartwig, N., Da Rosa, C. (2013). Microencapsulation of purple Brazilian cherry juice in xanthan, taragums and xanthan-tara hydrogel matrixes. *Carbohydrate Polymers*, 98, 1256-1265.
- Shahidi, F. & Han, X. (1993). Encapsulation of food ingredients. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 33, 501–547.
- Silva, P. T. D., Fries, L. L. M., Menezes, C. R. D., Holkem, A. T., Schwan, C. L., Wigmann, É. F., ... & Silva, C. D. (2014). Microencapsulation: concepts, mechanisms, methods and some applications in food technology. *Ciência Rural*, 44(7), 1304-1311.

- Tachaprutinuna, A., Udomsup, T., Luadthong C., & Wanichwecharungruang, S. (2009). Preventing the thermal degradation of astaxanthin through nanoencapsulation. *International Journal of Pharmaceutics* 374:119-124.
- Tonon, R., Brabet, C. & Rubinger, M. (2010). Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice produced with different carrier agents. *Food Research International* 43, 907-914.
- Yañez, J., Salazar, L., Chaires, J., Jiménez, M., Márquez y Ramos E. (2002). Aplicaciones biotecnológicas de la microencapsulación. *Revista Avance y Perspectiva* 21: 313-319.
- Zheng, L., Ding, Z., Zhang, M. & Sun, J. (2011). Microencapsulation of bayberry polyphenols by ethyl cellulose: Preparation and characterization. *Journal of Food Engineering*, 104, 89-95.