

## CARACTERIZACIÓN DE MICROCÁPSULAS DE ALGINATO DE SODIO-GELANA DE ALTO ACILO-Ca<sup>2+</sup> CON MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB)

Fernanda Anahí Trujano-Miranda, Julieta Margarita Lozano-Covarrubias, Sofía González-Gallardo, Jonathan Coria-Hernández y Adriana Llorente-Bousquets

[agongallardo@hotmail.com](mailto:agongallardo@hotmail.com)

### Resumen

En la industria farmacéutica y alimentaria se ha empleado la técnica de microencapsulación mediante gelificación iónica en distintos sistemas, para lograr la estabilidad probióticos al superar algunos obstáculos, como la resistencia de estos al medio que los rodea (temperatura, acidez o alcalinidad y humedad) durante el proceso de elaboración o bajo las condiciones de tracto gastrointestinal, una vez que son ingeridos. Las microcápsulas poseen una estructura que les permite controlar su interacción con el exterior, promoviendo un aumento en la vida del compuesto encapsulado y su liberación gradual. En esta investigación se utilizaron biopolímeros como agentes encapsulantes (alginato de sodio y gelana de alto acilo al 1%) con la finalidad de estudiar el proceso de microencapsulación, variando las condiciones que la afectan, adición de iones calcio (leche descremada (10%)) y la distancia de la boquilla al baño (2.5, 5 y 10 cm) en el método de extrusión en un baño de gelificación de CaCl<sub>2</sub> al 0.5M para el desarrollo del mejor sistema. Las microcápsulas se les midió el diámetro con un Vernier.

Las microcápsulas extruidas se sometieron a ultracongelación a -50 °C (REVCO Ultima II) durante 24 horas y se liofilizaron durante 24 h (Freezone 4.5 Labconco), tras lo cual fueron cubiertas con oro y observadas (morfología y dimensiones) por Microscopía electrónica de barrido (MEB). El mejor sistema presentó menor número de fracturas y morfología con una superficie más homogénea, con la dispersión de alginato de sodio y gelana de alto acilo al 1% (75/25), adicionada de leche como

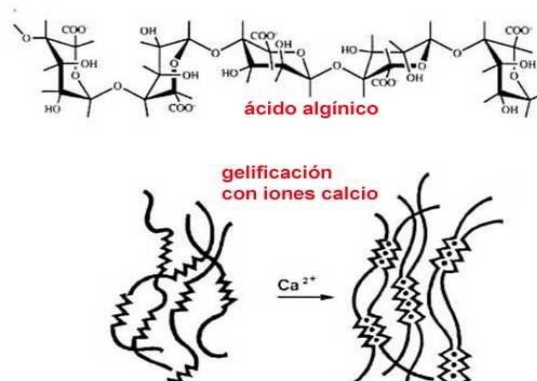
fuelle de iones calcio (10%), extruidas a una distancia de 2.5 cm y sometidas a liofilización.

**Palabras clave:** Microencapsulación, gelificación iónica, alginato de sodio, gelana de alto acilo, extrusión, liofilización.

### Introducción

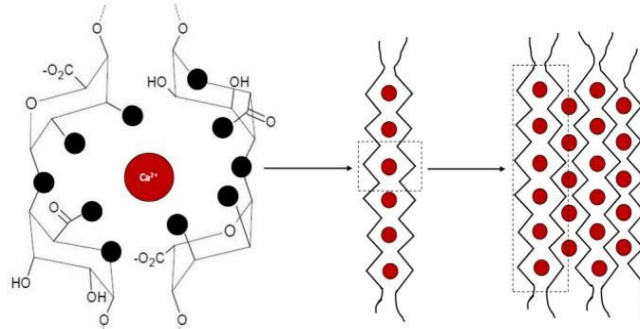
La microencapsulación se utiliza para dar estabilidad a distintos elementos superar algunos obstáculos a los que enfrentan, como la resistencia al medio que los rodea (temperatura, acidez o alcalinidad y humedad) durante el proceso de elaboración de los productos a los que se adicionan condiciones gastrointestinal, ya que su estructura le permite controlar su interacción con el exterior, promoviendo un aumento en la vida del compuesto encapsulado y su liberación gradual, para que estos ingredientes, probióticos y compuestos activos cumplan su función. La microencapsulación se fundamenta en la formación de una matriz polimérica, la cual forma un ambiente capaz de controlar su interacción con el exterior, promoviendo un aumento en la vida del compuesto encapsulado y su liberación gradual (Lupo, *et al.*, 2012).

El desarrollo de las microcápsulas se obtiene mediante mezclas de hidrocoloides (alginato de sodio, de potasio entre otros) mediante gelificación iónica, con el fin de establecer las condiciones que proporcionen al sistema de microcápsulas la mayor estabilidad.



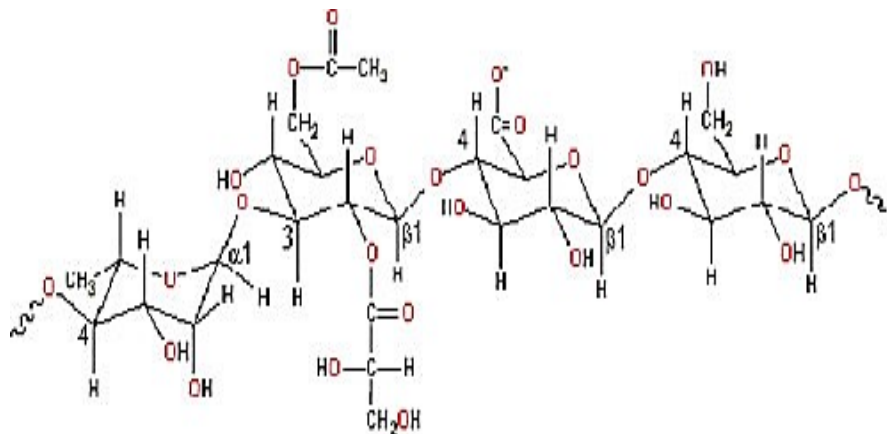
**Figura 1. Estructura química de unidades monoméricas de Alginato de sodio.**

Los geles de alginato generalmente se forman de manera espontánea a temperatura ambiente ( $23\pm 3$  °C). Durante la polimerización en presencia de iones calcio, sufre cambios conformacionales, dando lugar al modelo de gelificación “caja de huevo” (Grant 1973) (Figura 2).



**Figura 2. Gelificación modelo” caja de huevo”**

La goma gelana obtura los poros o fugas que presentan las microcápsulas y normalmente se preparan por calentamiento y enfriamiento. Y en conjunto se ha encontrado que son polímeros complementarios (Sanderson, 1994), por lo cual se emplearan para el desarrollo del sistema de microcápsulas, de acuerdo con lo reportado por González *et al.* (2015).



**Figura 3. Estructura química de unidades monoméricas de goma gelana (González *et al.*, 2015).)**

## Objetivo

Evaluar la morfología de sistemas poliméricos (alginato de sodio goma gelana de alto acilo) obtenidos por gelificación iónica mediante la aplicación de MEB, tras la liofilización como método de secado.

## Materiales y métodos

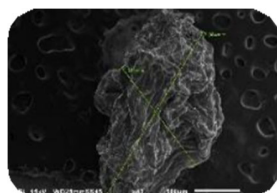
En esta investigación se utilizaron dispersiones coloidales (alginato de sodio-goma Gelana de alto acilo) al 1% (75/25) con la finalidad de estudiar el proceso de gelificación iónica, variando las condiciones que la afectan: presencia de iones calcio (leche descremada (10%) y la distancia de la boquilla al baño (2.5, 5 y 10 cm).

Se utilizó un método de extrusión con un baño de gelificación de  $\text{CaCl}_2$  al 0.5M para el desarrollo sistema de microcápsulas con el fin de establecer condiciones que proporcionen mayor estabilidad para su posible uso en microencapsulación de probióticos. A las microcápsulas se les determinaron características mecánicas de condiciones que cantidad de fracturas, fuerza adhesiva y resiliencia utilizando un texturómetro Brookfield.

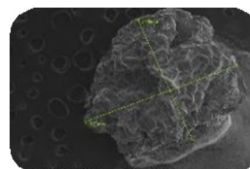
Las microcápsulas extruidas recién gelificadas se les determinaron el diámetro de sus ejes y esfericidad con un Vernier y tras su ultracongelación (Revco Ultima II Thermo electron Co) durante 24 horas y liofilización (Freezone 4.5 Labconee) (KC.USA) con una temperatura del condensador de 45 °C y una presión de 0.09 mBar durante 24 hrs. Co alternativa metodológica de llevar a punto crítico, para evitar los daños estructurales que promueven otros métodos y tras su cobertura con oro utilizando una ionizadora de oro (Desk V Denton Vaccum, USA) fueron evaluados con el microscopio electrónico de barrido (MEB), equipo que permite la evaluación de parámetros estructurales a diferentes aumentos (43X,250X,1500X), estableciendo las mediciones de los ejes con un microscopio (JEOL JSM-6010LA) a 10KV mediante obtención de micrografías topográficas y analizadas las imágenes a altos aumentos con la detección de electrones secundarios en un sistema al alto vacío.

## Resultados

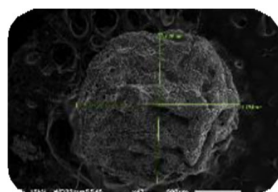
En la Figura 6 se presentan resultados de este trabajo.



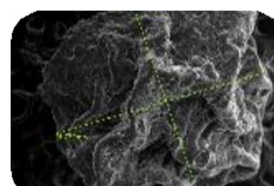
a) Microcápsula AS-GAA liofilizada. Extruida a 2.5cm



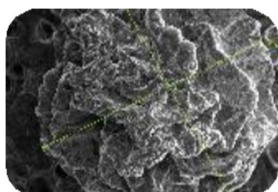
b) Microcápsula AS- GAA liofilizada. Extruida a 5cm



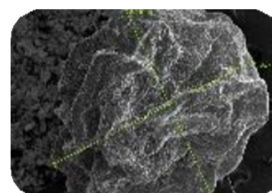
c) Microcápsula AS-GAA liofilizada. Extruida a 7cm



d) Microcápsula AS-GAA + 10% de crio protector, liofilizada. Extruida a 2.5cm



e) Microcápsula AS-GAA + 10% de crio protector, liofilizada. Extruida a 5 cm



f) Microcápsula AS-GAA + 10% de crio protector, liofilizada. Extruida a 7 cm

**Figura 6. Imágenes de MEB (abac) microcápsulas de AS--GAA con crio protector liofilizadas (43X), (crio protector), microcápsulas de AS-GAA con crio protector liofilizadas (43X).**

Las microcápsulas sin crio protector con morfología más esférica se obtuvieron con 5 cm de distancia en la extrusión (b) y el valor más bajo en la diferencia de sus ejes. Las microcápsulas *con crio protector*, con 2.5 cm (d) en la extrusión, presentaron la menor diferencia en sus ejes

Entre mayor es la diferencia de los ejes, la forma de las microcápsulas es más elíptica. La esfericidad de las microcápsulas está relacionada directamente con la distancia de extrusión, la tensión superficial del baño de gelificación y el diámetro de la boquilla. (Chan *et al.*, 2009), mencionan que a medida que una gota líquida cae a una mayor distancia, se mantiene esférica antes del impacto, la deformación es

causada principalmente por el impacto, donde las fuerzas de tensión superficial y de la gota de líquido, no superan la fuerza de impacto ejercida cuando golpea el baño de gelificación. Demostrado con las microcápsulas extruidas a una distancia de 7 cm con menor esfericidad.

### Conclusiones

Las características texturales favorables en términos de una mayor resiliencia y menor cantidad de fracturas, se atribuyó al uso de liofilización en la preparación de microcápsulas para su cobertura con oro y observación al MEB.

La distancia de la boquilla a la solución de  $\text{CaCl}_2$  durante la extrusión, no representó un gran efecto en las características texturales de las microcápsulas, aunque afectó en gran medida las características morfológicas, obteniendo que, a una distancia de 7 cm, la esfericidad era menor, esto explicado por las fuerzas de tensión superficial y la viscosidad de dispersión al momento del impacto con la solución de  $\text{CaCl}_2$  formando microcápsulas de forma elíptica.

### Referencias

Bozzola, J.J., Russell, L.D. (1999). *Electrón microscopy: principles and techniques for biologists*. Jones & Bartlett Learning.

Brunk, U., Collins, V.P., Arro, E. (1981). *The fixation, dehydration, drying and coating of cultured cells for SEM*. Journal of microscopy, 123(2): 121-131.

Chan, E. S., Lee, B.B., Ravindra, P., Poncelet, D. (2009). *Prediction models for shape and size of ca-alginate macrobeads produced through extrusion–dripping method*. Journal of colloid and interface science, 338(1): 63-72. doi: 10.1016/j.jcis.2009.05.027

González, C.R.E., Pérez, M.J., Morón, A.L.B. (2015). *Efecto de la Microencapsulación sobre la Viabilidad de Lactobacillus delbrueckii sometido a Jugos Gástricos Simulados*. Información tecnológica, 26(5): 11-16.

Grant, G.T., Morris, E.R., Rees, D.A., Smith, P.J., Thom, D. (1973). *Biological*

*interactions between polysaccharides and divalent cations: the egg-box model.* FEBS Letters, 32(1): 195-198.

Iphorski, M., Bozzano, P. (2013). *Microscopía electrónica de barrido en la caracterización de materiales.* Ciencia e Investigación, 63(3): 43-53.

Echarri, J.M.W., Lirente, C.L. (2013). *Servicio de microscopía electrónica de barrido y microanálisis de LMF-Facultad de Ingeniería- UNLP.* In II Jornadas de Investigación y Transferencia de la Facultad de Ingeniería.

Lupo P.B, González, A.C., Maestro, G.A. (2012). *Microencapsulación con alginato en alimentos. Técnicas y aplicaciones.* Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 3 (1): 130-151.

Randolph, D. 2013. *Probiotics and human Health.* MediCiego, 19 (2): 1-13.

Sandoval, M.I.L., Lorente, B.A., Montiel, S.J.F.; Corona G.L., Guadarrama, Á.Z. (2019) *Encapsulation of Lactobacillus plantarum TCC8014 and Pediococcus acidilactici ATCC 8042 in freeze-dried alginate-gum arabic system and its in vitro testing under gastrointestinal conditions.* Journal of microencapsulation, 36(7): 591-602 DOI:10.800/02652048219.1660.

### **Agradecimientos**

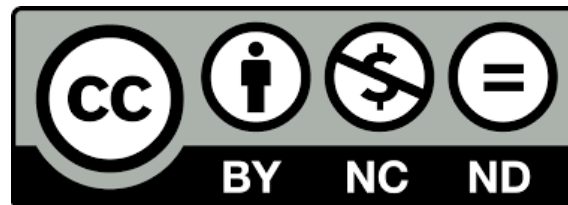
Proyectos: DGAPA-PAPIIT IT201917 y FESC-PIAPI 1840. Beca CONACyT Ivonne L. Sandoval Mosqueda 395669.



D. R. © UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Excepto donde se indique lo contrario esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución No comercial, No derivada, 4.0 Internacional (CC BY NC ND 4.0 INTERNACIONAL).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



#### ENTIDAD EDITORA

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Av. Universidad 3000, Universidad Nacional Autónoma de México, C.U., Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.

#### FORMA SUGERIDA DE CITAR:

Trujano-Miranda, F. A., Lozano-Covarrubias, J. M., González-Gallardo, S., Coria-Hernández, J., y Llorente-Bousquets., A. (2020). Caracterización de microcápsulas de alginato de sodio-gelana de alto ACILO-CA2+ con microscopía electrónica de barrido (MEB). *MEMORIAS DEL CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA (CONATEC)*, Año 3, No. 3, septiembre 2020 - agosto 2021. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

[https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2020/mem2020\\_paper35.html](https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2020/mem2020_paper35.html)