



# AMIDIQ

ACADEMIA MEXICANA DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN INGENIERÍA QUÍMICA, A.C.

## XXXII Encuentro Nacional y 1<sup>er</sup> Congreso Internacional

“La Ingeniería Química  
en el Año Internacional de la Química”

# 2011



[www.amidiq.com](http://www.amidiq.com)



---

## “LA INGENIERÍA QUÍMICA EN EL AÑO INTERNACIONAL DE LA QUÍMICA”

Memorias del XXXII Encuentro Nacional y 1<sup>er</sup> Congreso Internacional de la AMIDIQ  
Riviera Maya, Quintana Roo, México  
Del 3 al 6 de mayo de 2011



La presentación y disposición en conjunto de:

**“LA INGENIERÍA QUÍMICA EN EL AÑO INTERNACIONAL DE LA QUÍMICA”**

Son propiedad de los autores.

Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema o método, electrónico o mecánico (INCLUYENDO EL FOTOCOPIADO, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito de los autores.

Derechos reservados conforme a la ley:

© Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química (AMIDIQ)

**Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química (607-95593)**

**ISBN: 978-607-95593-0-4**

**Impreso en México / Printed in México**

# XXXII Encuentro Nacional y 1<sup>er</sup> Congreso Internacional AMIDIQ

3 al 6 de Mayo de 2011, Riviera Maya, Quintana Roo

CLAVE	TITULO	AUTORES	ID
<a href="#">INGA-16</a>	APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE BIOCONSERVACIÓN Y DE BARRERAS PARA EL CONTROL DE <i>Brochothrix thermosphacta</i>	Luis Arturo Aguado-Bautista, Yenizey Merit Álvarez-Cisneros, Edith Ponce-Alquicira	842
<a href="#">INGA-17</a>	PEPTIDES WITH BIOLOGICAL ACTIVITY ENCRYPTED IN AMARANTH SEED STORAGE PROTEINS	Ana Paulina Barba de la Rosa, Enrique Maldonado Cervantes, Elvira González de Mejía, Carmen González, Alberto Barrera Pacheco, Antonio de León Rodríguez	838
<a href="#">INGA-18</a>	COACERVACIÓN COMPLEJA DE GOMA ARÁBIGA-QUITOSANO (BAJO PESO MOLECULAR)	Hugo Espinosa Andrews, Rogelio Rodríguez Rodríguez	395
<a href="#">INGA-19</a>	EFFECTO DE LAS DIFERENTES SECUENCIAS DE EXTRACCIÓN EN LA OBTENCIÓN DE COMPUESTOS CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE A PARTIR DE DESPERDICIOS DE ROSA	Elizabeth Bustos Hipólito, Nataly Valdés Salazar, Guadalupe Rodríguez Fernández, José Francisco Buenrostro Zagal, María Yazmin Soria Chico, Julio César Fuentes Cervantes	602
<a href="#">INGA-20</a>	NUTRACÉUTICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE DISGREGADO DE NARANJA ( <i>Citrus sinensis</i> L.) BAJO ALTAS PRESIONES HIDROSTÁTICAS	Zamantha Escobedo-Avellaneda, Vinicio Serment-Moreno, Hugo Mujica-Paz, Aurora Valdez-Fragoso, Jorge Welti-Chanes	389
<a href="#">INGA-21</a>	CHEMICAL COMPOSITION OF THE ETHANOLIC EXTRACTS OF "HOJA SANTA" ( <i>Piper auritum</i> )	Lilia Alejandra Conde Hernández, José Ángel Guerrero Beltrán	637
<a href="#">INGA-22</a>	GALACTOMANNAN EDIBLE FILMS: INFLUENCE OF GLYCEROL AND CANDELILLA WAX ON THEIR FUNCTIONAL PROPERTIES	Rosa O. Mireles-Hernández, Guillermo Cristian Martínez-Avila, Dolores Gabriela Martínez, Julio César Montañez, Cristobal Noe Aguilar	341
<a href="#">INGA-23</a>	OBTENCIÓN DE COMPRIMIDOS Y CÁPSULAS DE EXTRACTO LIOFILIZADO DE JAMAICA	Sandro Cid Ortega, Erick Mario López Méndez, Mauricio Ariel Rostagno, Amado Enrique Navarro Frómata, Diocelina Pastrana Lavana, Laura Vargas Morales	880
<a href="#">INGA-24</a>	PHYSICOCHEMICAL COMPOSITION AND CONSUMER ACCEPTABILITY OF POTENTIALLY PROBIOTIC CEREAL BEVERAGES	Ivan Salmerón, Severino Pandiella, Keith Thomas	899
<a href="#">INGA-25</a>	MICROESTRUCTURA Y TEMPERATURA DE TRANSICIÓN VÍTREA DE ENCAPSULADOS CON MUCÍLAGO DE <i>Opuntia Ficus indica</i> POR SECADO POR ASPERSIÓN	Elena Evelia García Cruz, Juan Rodríguez Ramírez, Luis Medina Torres	944
<a href="#">INGA-26</a>	EFFECTO DE LA TEMPERATURA, pH Y VELOCIDAD DE VIENTO EN EL SECADO CONVECTIVO DE PULPAS DE TEJOCOTE	Miguel Ángel Zamudio Jaramillo, Mariana Álvarez Navarrete, José Natzul Santoyo Villa, Salvador Orozco Montes	1059
<a href="#">INGA-27</a>	ESTUDIO CINÉTICO DEL ENCURTIDO DE CHILE PIQUÍN A ESCALA PILOTO	Aurora Valdez Fragoso, Luis A. Ramírez Barajas, Mayra Cristina Soto Caballero, Juan I. Valiente Banuet, Jorge Welti Chanes, Hugo Mújica Paz	658
<a href="#">INGA-28</a>	VACCUM IMPREGNATION PROPERTIES OF AVOCADO ( <i>Persea Americana Var. Hass</i> )	Rosalía Juárez Cortéz, Paulina Sarahi Castellanos Salazar, Mayra Cristina Soto Caballero, Aurora Valdez Fragoso, Jorge Welti Chanes, Hugo Mújica Paz	666
<a href="#">INGA-29</a>	SECADO POR ASPERSIÓN DE JUGO DE BANANO	Jaime David Pérez Martínez, Arturo Moisés Chávez Rodríguez, Vrani Ibarra Junquera, Elena Dibildox Alvarado, Pilar Escalante Minakata, Jorge Fernando Toro Vázquez, Carlos Ignacio Villavelázquez Mendoza	669
<a href="#">INGA-30</a>	PROPIEDADES FÍSICAS DE POLVOS DE JUGO DE PITAYA SECADOS POR ASPERSIÓN	Juan Rodríguez Ramírez, Narcedalia Anacleto MonterRubio, Lilia L. Méndez Lagunas, Lilia Irene Rodríguez Méndez	845
<a href="#">INGA-31</a>	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y REOLÓGICA DE UN YOGUR CON CAJETA	Jorge F. Vélez-Ruiz, Manuel O. Ramírez-Sucre	180
<a href="#">INGA-32</a>	CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE VARIOS ALIMENTOS DE PUEBLA, EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO.	Hugo García Cornejo, Fernando López Valdez, Silvia Luna Suárez	624
<a href="#">INGA-33</a>	SECADO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE CAFÉ POR LECHO FLUIDIZADO	Perla Beatriz Espinosa Ramos, Rosalía Cerecero Enríquez, Yolanda Sonia Pliego Bravo	510

# XXXII Encuentro Nacional y 1<sup>er</sup> Congreso Internacional AMIDIQ

3 al 6 de Mayo de 2011, Riviera Maya, Quintana Roo

## COACERVACIÓN COMPLEJA DE GOMA ARÁBIGA-QUITOSANO (BAJO PESO MOLECULAR)

### GUM ARABIC-CHITOSAN (LOW MOLECULAR WEIGHT) COMPLEX COACERVATION

H. Espinosa-Andrews<sup>1\*</sup>; R. Rodriguez-Rodriguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Tecnología Alimentaria, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Av. Normalistas 800, Colinas de la Normal, Guadalajara, 44270, México.  
Tel. 3333455200 ext 1230; \*e-mail: hespinosa@ciatej.net.mx*

#### Resumen

En este trabajo se estudió la formación de complejos electrostáticos entre la goma Arábica (GA) y quitosano de bajo peso molecular (QBPM), dos polisacáridos cargados opuestamente, como una función de la relación de los biopolímeros ( $R_{GA/Q}$ ). Se determinaron las condiciones bajo las cuales complejos inter biopolímero fueron formados usando mediciones turbidimétricas y gravimétricas de las fases en equilibrio y las fases coacervadas, respectivamente. Se prepararon cinco relaciones de biopolímeros ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $R_6$  y  $R_7$ ) a partir de soluciones madre de GA (10.0% p/p en agua) y QBPM (2.0% p/p en una solución de ácido acético al 1%), ajustando el volumen final a 60mL con agua destilada. Las muestras permanecieron en reposo por 48 hrs a 25°C antes de su medición. La fase en equilibrio fue separada de la fase coacervada por decantación, esta última mostró un comportamiento parecido al de un líquido viscoso. La turbidez de la fase en equilibrio varió de 0.05 a 6.28  $\text{cm}^{-1}$ , obteniendo la menor turbidez para la  $R_4$ . La fase coacervada fue congelada a -40°C por 24h y liofilizada a -23.5 in Hg y 40°C. El rendimiento de coacervación mostró valores de 70.5% a 95.4%, obteniendo el mayor rendimiento de coacervación para la  $R_4$ . Los resultados sugieren que la relación de carga estequiométrica entre los biopolímeros GA y QBPM ocurre a una relación GA/QBPM de 4:1, induciendo la máxima neutralización de los grupos funcionales de ambas macromoléculas.

Palabras clave: interacción electrostática, rendimiento de coacervación, turbidez, goma arábica, quitosano de bajo peso molecular.

#### Abstract

The formation of electrostatic complexes between the gum Arabic (GA) and low molecular weight chitosan, (QBPM) two oppositely charged polysaccharides, as a function of the ratio of biopolymers ( $R_{GA / Q}$ ) was investigated. The conditions under which inter-biopolymer complexes form were determined by using turbidimetric and gravimetric measurements in the equilibrium and coacervate phases, respectively. Five mixtures were prepared with different biopolymers relations ( $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $R_6$  and  $R_7$ ) from stock solutions of GA (10.0% w/w) and QBPM (2.0% w/w in acetic acid solution 1%), adjusting the final volume to 60mL with distilled water. The samples were kept at rest for 48 hrs at 25°C before measurement. Equilibrium phases were separated coacervate phases by decanting, the latter remained viscous liquid-like. The turbidity of the equilibrium phase ranged from 0.05 to 6.28  $\text{cm}^{-1}$ , obtaining the lower turbidity for  $R_4$ . The coacervate phases were lyophilized to -23.5 in Hg and 40°C. Coacervate yield showed values of 70.5% to 95.4%, showing the maximum yield at a biopolymers ratio of 4. The results suggest that the stoichiometric charge ratio between GA and QBPM biopolymers occurs at a GA / QBPM 4:1, inducing maximum neutralization of the functional groups of both macromolecules.

*Key words: electrostatic interaction, coacervate yield, turbidity, Arabic gum, low molecular weight chitosan.*

# XXXII Encuentro Nacional y 1<sup>er</sup> Congreso Internacional AMIDIQ

3 al 6 de Mayo de 2011, Riviera Maya, Quintana Roo

---

## INTRODUCCIÓN

La coacervación es un tipo específico de formación de complejos que ocurre en una mezcla de polímeros con carga opuesta (Weinbreck *et al.*, 2004). La palabra coacervado deriva del Latín “co” (junto) y “acerv” (un aglomerado) (Menger y Skyes, 1998). El fenómeno de coacervación implica la separación de un sistema coloidal en dos fases líquidas, la fase concentrada en el coloides es conocida como coacervado y la fase diluida con el coloide es conocida como solución en el equilibrio (Kruif *et al.*, 2004 y Sandoval-Silva, 2010). Este fenómeno es dividido en coacervación simple y compleja. La simple usualmente se refiere a sistemas que contienen un coloide, mientras que la coacervación compleja se refiere a sistemas que contienen más de un coloide (Espinosa-Andrews *et al.*, 2007). La coacervación tiene aplicaciones en los campos de la química, biotecnología y los alimentos, tales como: papel-carbón, sustitución de grasas, separación de proteínas, microencapsulación, cosméticos, alimentos funcionales e inmovilización de enzimas (Kruif *et al.*, 2004; Weinbreck *et al.*, 2004).

La goma Arábica (GA) es un hidrocoloide aniónico producido por la exudación natural de árboles de *Acacia*. Es comúnmente usado en la industria alimentaria por sus propiedades emulsionantes y encapsulantes, por su alta solubilidad, baja viscosidad en soluciones concentradas relativas a otras gomas y sus propiedades de barrera. Está compuesta de un arreglo altamente ramificado de los azúcares simples, galactosa, arabinosa, rhamnosa y ácido glucurónicos, además contiene un componente proteico (~2%p/p) unido covalentemente entre su arreglo molecular (Espinosa-Andrews *et al.*, 2008; Randall *et al.*, 1989). La fracción proteica juega un rol crucial en la determinación de las propiedades funcionales de la goma arábica (McNamee *et al.*, 1998). El quitosano (Q) es un polímero natural de naturaleza catiónica, consiste en residuos de 2-acetomido-2-deoxi- $\beta$ -D-glucopiranososa y 2-amino-2-deoxi- $\beta$ -D-glucopiranososa, los cuales son responsables de su carga catiónica a valores de pH ácidos (Espinosa-Andrews *et al.*, 2007). El Q es usado en la industria farmacéutica, de cosméticos y de los alimentos debido a que es biocompatible, no antigénico, no tóxico y biofuncional (Kaasgaard y Keller, 2010). El Q puede ser comercializado dependiendo de su peso molecular promedio como quitosano de bajo peso molecular (QBPM) y quitosano de peso molecular medio (QPMM).

En los últimos años se han generado estudios a cerca de la formación de complejos interbiopoliméricos usando alguno de estos biopolímeros como suero de leche-GA (Xing *et al.*, 2004), QPMM-alginatos (Tapia *et al.*, 2004), QPMM-carragenina (Tapia *et al.*, 2004), GA-QPMM (Espinosa-Andrews *et al.*, 2007), por mencionar algunos. Sin embargo, no existen estudios acerca de la formación de los sistemas coacervados complejos con quitosano de bajo peso molecular. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la formación de complejos interbiopoliméricos entre la goma Arábica y el quitosano de peso molecular bajo en función de las relaciones de ambos polímeros.

## METODOLOGÍA

### Materiales

El QBPM (75-85% de deacetilación) fue proporcionado por Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). La GA (*Acacia Senegal*) en lágrima fue proporcionada por Natural Products de México S.A de C.V (Yautepec, Morelos). El ácido acético glacial fue comprado a Baker S.A de C.V (Xalostoc, Estado de México).

### Preparación de solución de biopolímeros

Se preparó una dispersión de GA al 10% p/p en agua destilada y una dispersión de QBPM al 2% p/p en solución de ácido acético al 1% (p/p). Las soluciones fueron almacenadas a 4°C por 24h para asegurar la completa hidratación de los polímeros.

# XXXII Encuentro Nacional y 1<sup>er</sup> Congreso Internacional AMIDIQ

3 al 6 de Mayo de 2011, Riviera Maya, Quintana Roo

---

## Caracterización de la fase coacervada

La ubicación de la fase coacervada se realizó a partir de la titulación de la solución de QBPM con GA ubicando la zona donde se lleva a cabo la interacción de ambos polímeros. Con base en estos resultados se prepararon cinco relaciones de biopolímeros ( $R_{GA/QBPM}$ ) mezclando las proporciones necesarias de los biopolímeros ajustando el volumen final a 60mL con agua destilada. Las muestras permanecieron en reposo por 48 hrs a temperatura ambiente antes de su medición.

## Rendimiento de coacervación

El rendimiento de la fase coacervada fue calculado después de separar la fase en equilibrio de la fase coacervada por decantación. Posteriormente, la fase coacervada fue congelada a  $-40^{\circ}\text{C}$  por 48h y liofilizada a  $-23.5$  in Hg y  $40^{\circ}\text{C}$  (Labconco Freezone 12, Missouri, EUA). El rendimiento de la fase coacervada fue calculado mediante un balance de masa usando la ecuación 1.

$$\%Coacervado = \frac{m_1}{m_0} * 100 \quad (1)$$

Donde  $m_0$  es la masa total de biopolímeros inicial usados para hacer las soluciones,  $m_1$  es la masa de la fase coacervada seca.

## Turbidez de la fase en equilibrio

La turbidez de la fase en equilibrio ( $\tau$ ) fue determinada empleando un espectrofotómetro CINTRA 6 UV/Vis (GBC Scientific Equipment) a una longitud de onda de 600nm. Las muestras fueron colocadas en una celda de cuarzo de 1 cm. La turbidez de la fase en equilibrio fue calculada a partir de los datos de transmitancia (T) mediante la ecuación2:

$$\tau = -\left(\frac{1}{L}\right) \ln(T) \quad (2)$$

Donde  $L$  es la longitud óptica [cm].

## Estadística

Todos los experimentos fueron realizados por triplicado y son reportados el promedio con su respectiva desviación estándar. El análisis estadístico fue realizado en el programa Statistica 8.0. Para determinar la diferencia estadísticamente significativa entre los valores fue realizada una prueba de HSD Tukey. Las diferencias fueron consideradas estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ )

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La titulación de la solución de QBPM con GA fue usada para ubicar el intervalo de máxima interacción entre ambos biopolímeros. Con base en estos resultados fueron preparadas cinco  $R_{GA/QBPM}$  mezclando las proporciones necesarias de los biopolímeros para obtener las relaciones:  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $R_6$  y  $R_7$ , ajustando el volumen final a 60mL con agua destilada. La Figura 1 muestra la formación de complejos en mezcla GA:QBPM a diferentes relaciones de biopolímeros. Aparentemente, la máxima interacción electrostática ocurrió en el intervalo de  $R_4$  a  $R_5$ . Este fenómeno trae como consecuencia la neutralización de las cargas, decremento de la solubilidad del polímero y aumento en la densidad de fase, generando la separación del sistema en dos fases (Espinosa-Andrews, *et al.*, 2007). Conforme el sistema se aleja de este intervalo se observó mayor concentración de complejos solubles y la disminución de la fase coacervada. A relaciones menores de  $R_3$ , el sistema contiene un exceso de cargas  $\text{NH}_3^+$  provenientes de la solución de QBPM, en contraparte, a relaciones mayores de  $R_6$  existe un exceso de cargas  $\text{COO}^-$  provenientes de la solución de GA.

# XXXII Encuentro Nacional y 1<sup>er</sup> Congreso Internacional AMIDIQ

3 al 6 de Mayo de 2011, Riviera Maya, Quintana Roo

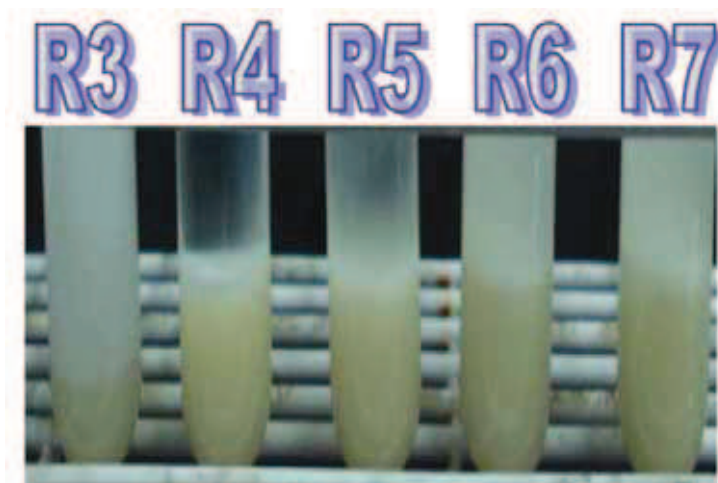


Figura 1. Formación de complejos en mezcla GA:QBPM a diferentes relaciones de biopolímeros

Las mediciones turbidimétricas son una herramienta que permite identificar y cuantificar relativamente los complejos solubles presentes en la fase en equilibrio. Valores bajos de turbidez son relacionados con una alta concentración de complejos insolubles, mientras que altos valores de turbidez son relacionados con una alta concentración de complejos solubles. La tabla 1 muestra la turbidez de la fase en equilibrio de las distintas relaciones de biopolímeros.

Tabla 1. Turbidez de la fase en equilibrio de las distintas relaciones de biopolímeros.

Relación GA/Q	Turbidez ( $\text{cm}^{-1}$ )
R <sub>3</sub>	$6.28 \pm 0.07^a$
R <sub>4</sub>	$0.05 \pm 0.00^b$
R <sub>5</sub>	$0.39 \pm 0.00^c$
R <sub>6</sub>	$5.18 \pm 0.00^d$
R <sub>7</sub>	$5.88 \pm 0.02^e$

Los resultados de turbidez de las fases en equilibrio muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. La turbidez varió de 0.05 a  $6.28 \text{ cm}^{-1}$ , obteniendo la menor turbidez a una relación de biopolímeros de 4 (R<sub>4</sub>) con  $0.05 \text{ cm}^{-1}$  indicando la menor presencia de complejos solubles o en suspensión, los cuales puede precipitar o permanecer estables por un corto o largo tiempo.

La figura 2 muestra el rendimiento de coacervación en función de la relación GA/QBPM. El rendimiento de coacervación varió de 70.5 a 95.4%, obteniendo la mayor formación de fase coacervada a una relación de biopolímeros de 4 (R<sub>4</sub>) con un valor máximo de 95.4%. Los resultados concuerdan con los obtenidos en las mediciones turbidimétricas, presentando la máxima interacción electrostática y por consecuencia la mayor formación de complejos interbiopoliméricos a una relación de R<sub>4</sub>. Espinosa-Andrews *et al.*, (2007) reportaron que el sistema GA/QPMM presentó el mayor rendimiento de coacervación de 92% a una relación de biopolímeros de 5:1. La formación de una mayor fase coacervada cuando se usa QBPM sugiere un mayor grado de entrecruzamiento de complejos intermoleculares, que los obtenidos con QPMM. Los resultados muestran que, el peso molecular del quitosano influye en la relación de coacervación, probablemente debido a una mayor presencia de grupos funcionales en el QBMP en comparación con el QPMM, requiriendo una menor cantidad de biopolímero para llevar a cabo el proceso de coacervación.



# XXXII Encuentro Nacional y 1<sup>er</sup> Congreso Internacional AMIDIQ

3 al 6 de Mayo de 2011, Riviera Maya, Quintana Roo

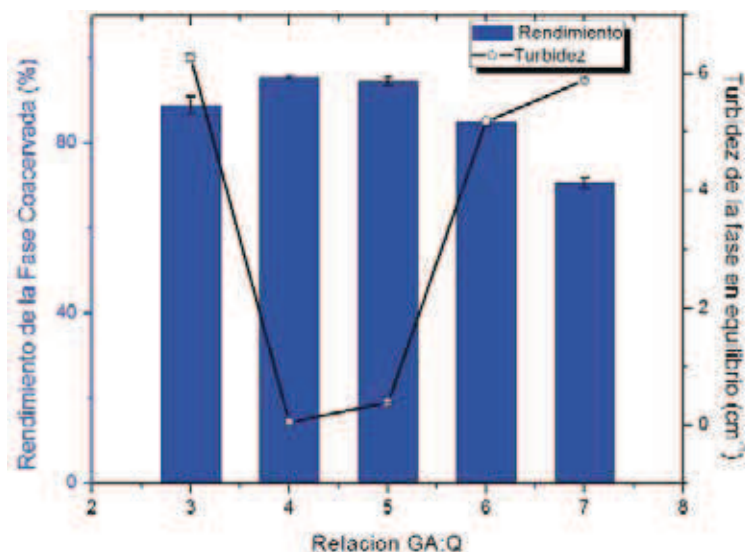


Figura. 2 Rendimiento de conservación en la relación de goma Arábica-quitosano.

## CONCLUSIONES

La coacervación compleja es el resultado de la interacción electrostática entre biopolímeros de carga opuesta, la cual muestra una dependencia del tipo, concentración relativa y peso molecular de los biopolímeros. Particularmente para el sistema GA/QBPM la mayor interacción entre la mezcla GA/Q ocurrió a una relación de R<sub>4</sub>, presentando un rendimiento de la fase coacervada de 95.4%.

## REFERENCIAS

1. Espinosa-Andrews H. Baez-Gonzalez, J.G. Cruz-Sosa, F. Vernon-Carter, E.J. (2007). Gum Arabic-Chitosan Complex Coacervation. *Biomacromolecules*, 8, 1313-1318.
2. Espinosa-Andrews, H. Lobato-Calleros, C. Loeza-Corte, J.M. Beristain, C.I. Rodríguez-Huezo, M.E. Vernon-Carter, E.J. (2008). Cuantificación de la Composición de Coacervados de Goma Arábica-Quitosano por HPLC. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 7(3), 293-298
3. Kaasgaard, T. Keller, D. (2010). Chitosan Coating Improves Retention and Redispersibility of Freeze-Dried Flavor Oil Emulsion. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 58, 2446-2454.
4. Kruij, C.G. Weinbreck, F. de Vries, R. (2004). Complex Coacervation of Proteins and Anionic Polysaccharides. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 9, 340-349.
5. McNamee, B.F., O'Riordan, E.D y O'Sullivan, M. (1998). Emulsification and Microencapsulation Properties of Gum Arabic. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 46, 4551-4555.
6. Menger, F.M. Skyes. B.M. (1998). Anatomy of a Coacervate. *Langmuir*, 14, 4131-4137.
7. Randall, R.C. Phillips, G.O. Williams, P.A. (1989) Fractionation and Characterization of Gum from Acacia Senegal. *Food Hydrocolloids*, 3, 65-75.
8. Sandoval-Silva, E.A. (2010). Coacervación compleja con mezclas de tres polisacáridos (goma Arábica-goma de Mesquite-quitosano). Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Tesis Maestría en Ciencias en Ingeniería Química.
9. Tapia, C. Escobar, Z. Costa, E. Sapag-Hagar, J. Valenzuela, F. Basualto, C. Gai, M. Yazdani-Pedram, M. (2004). Comparative Studies on Polyelectrolyte Complexes and Mixtures of Chitosan-Alginate and Chitosan-Carrageenan as Prolonged Diltiazem Chlorhydrate Release System. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 57, 65-75.

# XXXII Encuentro Nacional y 1<sup>er</sup> Congreso Internacional AMIDIQ

3 al 6 de Mayo de 2011, Riviera Maya, Quintana Roo

---

10. Weinbreck, F. Tromp, R.H. de Kruif, C.G. (2004). Composition and Structure of Whey Protein/Gum Arabic Coacervates. *Biomacromolecules*, 5, 1437-1445.
11. Xing, F. Cheng, G. Ma, B. Yang, L. (2004). Microencapsulation of Capsaicin by the Complex Coacervation of Gelatin, Acacia and Tannins. *Journal of Applied Polymer Science*, 91(4), 2669-2675.

[Índice](#)