

## EFEECTO DE UN MICROENCAPSULADO CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN UN QUESO FUNCIONAL TIPO OAXACA EN SU VIDA DE ANAQUEL

A.J. Cenobio-Galindo <sup>a</sup>, I. Rodríguez-Díaz <sup>a</sup>, R. Salcedo-Hernández <sup>b</sup>, A.D. Hernández-Fuentes <sup>a</sup>, A. Quintero-Lira <sup>a</sup>, R.G. Campos-Montiel <sup>a\*</sup>.

<sup>a</sup> Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Rancho Universitario s/n Km.1 C.P. 43760, Tulancingo, Hgo., México. <sup>b</sup> Departamento de alimentos, División de Ciencias de la vida, Universidad de Guanajuato, Irapuato, Guanajuato, México. en Biociencias, División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca. \* ragcamposm@gmail.com

### RESUMEN:

Las tendencias en la industria alimentaria incluyen la utilización de compuestos con actividad biológica (fenoles, flavonoides, etc.), preferentemente de origen vegetal, en la dieta humana. Por otro lado el queso Oaxaca es un queso de "pasta filata" con una vida de anaquel relativamente corta. En este trabajo se evaluó el efecto de adicionar microcápsulas de extracto de xoconostle (*Opuntia oligacantha*), obtenidas mediante secado por aspersion, a un queso tipo Oaxaca, en las propiedades fisicoquímicas y en su actividad antioxidante. Se comparó el queso adicionado con microcápsulas contra un queso testigo (sin adición de microcápsulas). Los quesos se monitorearon a los días 0, 15, 30 y 45, determinando humedad, cenizas, grasa, proteína y pH, además de la actividad antioxidante mediante la inhibición del radical ABTS, encontrando un valor máximo de actividad antioxidante en el queso adicionado con microcápsulas de 29 mg EAA/100g. Al adicionar microencapsulado de xoconostle se logró conferir capacidad antioxidante extendiendo así la vida de anaquel del queso Oaxaca sin modificar sus propiedades fisicoquímicas.

### ABSTRACT:

Trends in the food industry include the use of biologically active compounds (phenols, flavonoids, etc.), preferably of vegetable origin, in the human diet. On the other hand, the Oaxaca cheese is a cheese of "pasta filata" with a relatively short shelf life. In this paper the effect of adding microcapsules of xoconostle extract (*Opuntia oligacantha*) obtained by spray drying, in Oaxaca cheese, in the physicochemical properties and its antioxidant activity, was evaluated. Cheese added with microcapsules against a control cheese (without addition of microcapsules) was compared. The cheeses were monitored on days 0, 15, 30 and 45, determining moisture, ash, fat, protein and pH, in addition to the antioxidant activity by inhibiting the radical ABTS, finding a maximum value of antioxidant activity in the cheese with microcapsules added (29 mg AAE/100g). By adding microencapsulated xoconostle it was achieved confer antioxidant capacity thus extending the shelf life of Oaxaca cheese without modifying its physicochemical properties.

**Palabras clave:** Xoconostle, Queso, Microencapsulado

**Keywords:** Xoconostle, Cheese, Microencapsulated.

**Área:** Alimentos funcionales

## INTRODUCCIÓN

Los quesos frescos son de consumo ampliamente popular en países Latinoamericanos, por ejemplo, representan un consumo de aproximadamente un 80 por ciento del queso consumido en México (Jiménez-Guzmán *et al.*, 2009). Una característica de estos quesos es su corta vida de anaquel debido a su alto contenido de humedad, pH a su bajo contenido de sal y a su acidez (Buriti *et al.*, 2007). El queso Oaxaca, denominado de “pasta filata”, es un queso suave, caracterizado por una textura fibrosa, sabor suave, es bastante popular en México. Su proceso de elaboración es muy similar al queso Mozzarella (Morales-Celaya *et al.*, 2012).

Se ha demostrado que los quesos pueden ser un excelente vehículo para ingredientes funcionales, comparado con otros productos lácteos fermentados como el yogurt, debido a su relativamente alto pH, contenido de grasa y sólidos, consistencia y su capacidad buffer (Hayes *et al.*, 2006). El secado por aspersión es la técnica de encapsulación más común utilizada en la industria alimentaria (Ré, 1998). Esta técnica es económica y flexible, involucra el uso de equipo fácilmente disponible y barato, además produce partículas de buena calidad (Jafari *et al.*, 2008).

El fruto del cactus *Opuntia joconostle*, conocido como coloquialmente como xoconostle, ha sido utilizado condimento en la cocina tradicional mexicana. Este fruto tiene pericarpio color rosado, mesocarpio succulento en color desde amarillo hasta rosado, y un endocarpio de color rojo profundo que contiene pequeñas semillas color marrón (Reyes-Agüero *et al.*, 2006).

La cáscara, pulpa y el endocarpio del xoconostle podrían considerarse como un objetivo atractivo para la industria alimentaria, respecto a su composición nutricional, así como sus propiedades antioxidantes. Estudios anteriores concluyen que el xoconostle es una buena fuente de compuestos fenólicos, flavonoides y tocoferoles, los cuales otorgan una buena capacidad antioxidante (Morales *et al.*, 2012). Por tanto, la pulpa principalmente de las variedades más consumidas, puede ser considerada como alimento funcional (Guzmán-Maldonado *et al.*, 2010).

El objetivo del trabajo fue elaborar un queso Oaxaca adicionado con compuestos bioactivos microencapsulados provenientes de xoconostle y determinar si existen diferencias en su composición fisicoquímica en relación al tiempo de almacenamiento, así como determinar si la adición de las microcápsulas confiere actividad antioxidante al queso.

En el presente trabajo se encontró que las microcápsulas provenientes de xoconostle son una forma eficaz de adicionar compuestos bioactivos a un producto listo para consumo, como lo es el queso, logrando adicionar una elevada capacidad antioxidante, sin modificar su composición fisicoquímica.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El Xoconostle utilizado fue de la variedad *Opuntia oligacantha*, cosechado en el municipio de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, México. Se realizó una extracción de la pulpa del fruto, posteriormente se llevó a un 30% de sólidos con una mezcla de maltodextrina-goma arábiga (50-50, utilizados como material de pared) y se secó por aspersion en un mini Spray Dryer (Büchi B-290, Suiza), manteniendo las siguientes condiciones de secado: temperatura de entrada de 160°C, 4 bares de presión y 10 mL/ min de flujo de entrada. Las microcápsulas se almacenaron en bolsas selladas color ámbar y en refrigeración hasta el momento de su análisis.

La leche fue obtenida de la empresa PROUNILAC, en Tulancingo, Hidalgo. Los quesos se realizaron siguiendo la metodología utilizada por Rodríguez-Huezo *et al.*, (2014) con algunas modificaciones: se utilizó leche pasteurizada de vaca (72°C, 15 minutos), la cual fue temperada a 38°C y adicionada con las microcápsulas de xoconostle (33 g/L) hasta su incorporación total, posteriormente esta mezcla se acidificó con una solución de ácido cítrico (10% p/p) hasta un pH de  $5.5 \pm 0.03$  y se adicionó cloruro de calcio (0.20 g/L) y renina (0.12 mL/L). Después de la coagulación (30 minutos), la cuajada se cortó en cubos de 1 cm<sup>3</sup>, y el del suero fue retirado, la cuajada se malaxó con agua caliente (70°C) y fue formada la pasta elástica, espolvoreada con sal y almacenada en bolsas plásticas y refrigeración hasta su análisis. Teniendo dos tratamientos: un queso adicionado con microcápsulas provenientes de xoconostle y un queso sin adicionar (testigo). Los quesos fueron monitoreados al día 0, 15, 30 y 45 después de su elaboración.

El análisis fisicoquímico se realizó en el queso de acuerdo con los métodos oficiales de la AOAC (1999), para proteína (979.09), grasa (923.05), cenizas (923.03), humedad (925.09).

Para la medición el pH se utilizó un potenciómetro marca Hanna Instruments modelo 211.

Actividad antioxidante mediante ABTS. Según la metodología desarrollada por Re *et al.*, (1999) para la decoloración del radical ABTS. La absorbancia se tomó a una longitud de onda de 734 nm. Los resultados fueron expresados en mg de ácido ascórbico / 100gde muestra.

Se utilizó un diseño completamente al azar. Los resultados fueron analizados por un ANOVA cuando existieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ); se utilizó la prueba de comparación de medias Tukey.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

En la Tabla I se muestran los resultados obtenidos para la caracterización fisicoquímica de los quesos, encontrando que, el queso que contenía el encapsulado proveniente de xoconostle contenía un porcentaje mayor de humedad desde el día 0

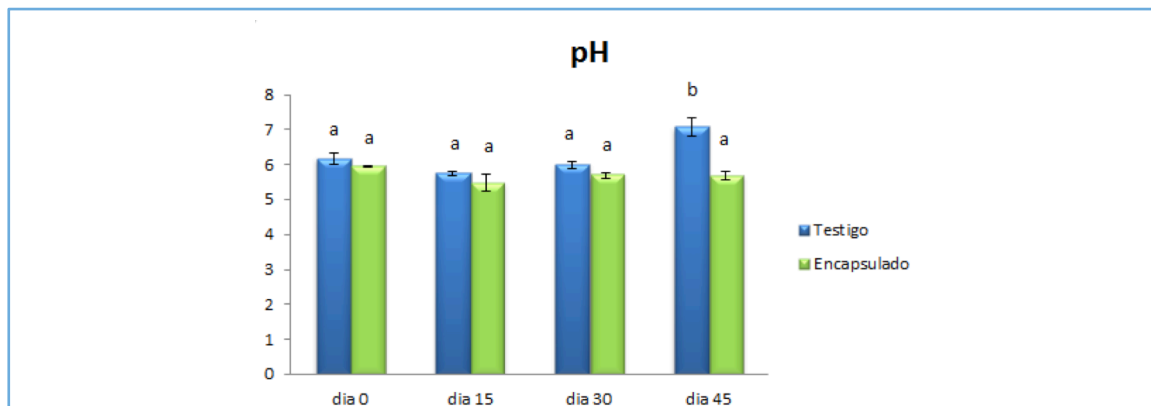
(56.42%), manteniendo esa tendencia hasta el final del análisis (día 45, 58.55%), Este comportamiento similar al reportado por Pimentel-González *et al.*, (2014) y esto se atribuye a la adición de otros compuestos al queso, lo que resulta en variaciones en las disposiciones estructurales.

Existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los quesos en el porcentaje de cenizas encontrado, siendo superior el queso sin adicionar (2.92 %, 2.87 %, día 0 y día 45 respectivamente), relacionando que a mayor contenido de humedad el porcentaje de cenizas es menor. La concentración de proteína en ambos tratamientos fue muy similar y no sufrió cambios significativos con respecto al tiempo. Mismo caso se observó en la concentración de grasa, donde en el queso testigo no se observan cambios significativos respecto al tiempo ( $p > 0.05$ ).

<b>Tabla I. Propiedades fisicoquímicas de los quesos a diferentes días de almacenamiento</b>			
		<b>Día 0</b>	<b>Día 45</b>
<b>Humedad (%)</b>	Testigo	51.19 <sup>a</sup>	51.54 <sup>a</sup>
	Encapsulado	56.42 <sup>b</sup>	58.55 <sup>b</sup>
<b>Cenizas (%)</b>	Testigo	2.92 <sup>b</sup>	2.87 <sup>b</sup>
	Encapsulado	2.39 <sup>a</sup>	2.55 <sup>a</sup>
<b>Proteína (%)</b>	Testigo	18.88 <sup>c</sup>	17.52 <sup>b</sup>
	Encapsulado	17.26 <sup>b</sup>	16.68 <sup>a</sup>
<b>Grasa (%)</b>	Testigo	20.48 <sup>c</sup>	20.49 <sup>c</sup>
	Encapsulado	18.82 <sup>a</sup>	19.68 <sup>b</sup>

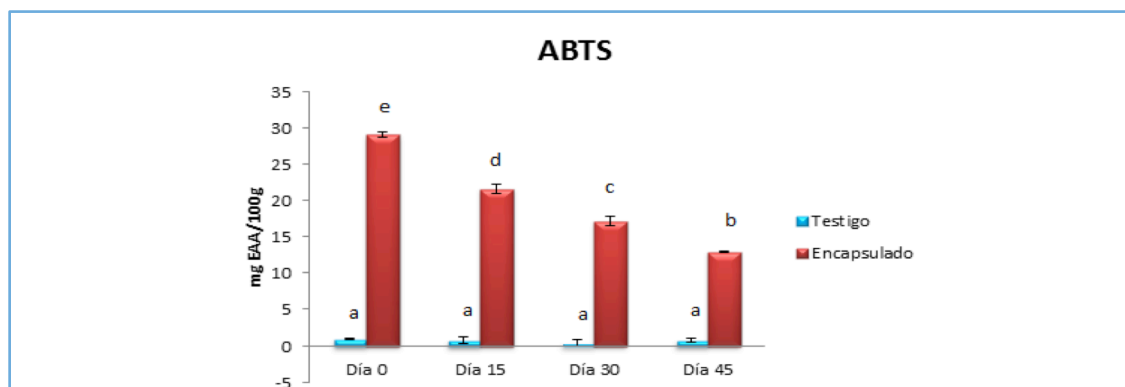
Los resultados son expresados en medias. Las diferentes letras indican diferencias ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos.

La Figura 1 muestra el valor obtenido para pH en los quesos a diferentes días de almacenamiento, encontrando que prácticamente no existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos, demostrando en esta variable y en el análisis fisicoquímico que las microcápsulas de xoconostle no alteran significativamente la composición estructural del queso, siendo una excelente opción para la incorporación de compuestos con actividad biológica benéfica.



**Figura 1.** Resultado de pH en queso adicionado con microcápsulas de xoconostle, en relación a su tiempo de almacenamiento. Los resultados se presentan en medias  $\pm$  desviación estándar. Las letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos.

La Figura 2 muestra el resultado obtenido para la determinación de actividad antioxidante mediante la inhibición del radical ABTS, encontrando que la adición de microcápsulas con extracto de xoconostle confiere una elevada actividad antioxidante a los quesos, presentando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre diferentes tratamientos, obteniendo un valor máximo en el día 0 de 29 mg EAA/100g de queso adicionado con microencapsulado de xoconostle, existiendo diferencias con respecto al tiempo, sufriendo una disminución gradual de la actividad antioxidante, pero siendo en todo momento superior al testigo, demostrando así que la adición de microcápsulas provenientes de xoconostle son un método eficiente de incorporación de compuestos bioactivos en matrices estructurales complejas como el queso.



**Figura 2.** Determinación de actividad antioxidante mediante la inhibición del radical ABTS en queso adicionado con microcápsulas de xoconostle, en relación al tiempo de almacenamiento. Los resultados se presentan en medias  $\pm$  desviación estándar. Las letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos.

## CONCLUSIÓN.

Es posible obtener un queso “funcional”, pues los resultados demostraron que las microcápsulas de xoconostle adicionadas no alteraron la composición estructural del queso, pero si brindaron una elevada actividad antioxidante, con lo cual es posible otorgar valor agregado a un producto altamente consumido en la región central del México.

## BIBLIOGRAFÍA.

- AOAC. Association of Analytical Communities. 1999. [http://www.aoac.org/iMIS15\\_Prod/AOAC](http://www.aoac.org/iMIS15_Prod/AOAC).
- Buriti, F. C. A., Cardarelli, H. R., y Saad, S. M. I. 2007. Biopreservation by *Lactobacillus paracasei* in coculture with *Streptococcus thermophilus* in potentially probiotic and synbiotic fresh cream cheeses. *Journal of Food Protection*, 70 (1), 228-235.
- Guzmán-Maldonado, S. H., Morales-Montelongo, A. L., Mondragón-Jacobo, C., Herrera-Hernández, G., Guevara-Lara, F., Reynoso-Camacho, R. 2010. Physicochemical, nutritional, and functional characterization of fruits xoconostle (*Opuntia matudae*) pears from central-México Region. *Journal of Food Science*, vol. 75, C485–C492.
- Hayes, M., Coakley, M., O'sullivan, L., Stanton, C., Hill, C., Fitzgerald, G. F., et al. 2006. Cheese as a delivery vehicle for probiotics and biogenic substances. *Australian Journal of Dairy Technology*, 2, 132-141.
- Jafari, S. M., Assadpoor, E., He Y., y Bhandari B. 2008. Encapsulation efficiency of food flavours and oils during spray drying. *Drying Technology*, 26, 816–835.
- Jiménez-Guzmán, J., Flores-Nájera, A., Cruz-Guerrero, A. E., & García-Garibay, M. 2009. Use of an exopolysaccharide-producing strain of *Streptococcus thermophilus* in the manufacture of Mexican Panela cheese. *LWT-Food Science and Technology*, 42 (9), 1508-1512.
- Morales, P., Ramírez-Moreno, E., Sanchez-Mata, M., Carvalho, A., & Ferreira, I. C. F. R. 2012. Nutritional and antioxidant properties of pulp and seeds of two xoconostle cultivars (*Opuntia joconostle* F.A.C. Weber ex Duguet and *Opuntia matudae* Scheinvar) of high consumption in Mexico. *Food Research International*, 46, 279–285.
- Morales-Celaya, M. F., Lobato-Calleros, C., Alvarez-Ramirez, J., & Vernon-Carter, E. J. 2012. Effect of milk pasteurization and acidification method on the chemical composition and microstructure of a Mexican pasta filata cheese. *LWT - Food Science and Technology*, 45, 132-145.
- Pimentel-González, D. J., Aguilar-García, M. E., Aguirre-Álvarez, G., Salcedo-Hernández, R., Guevara-Arauz, J. C. and Campos-Montiel, R. G. 2014. The process and maturation stability of Chihuahua cheese with antioxidants in multiple emulsions. *Journal of Food Processing and Preservation*, ISSN 1745-4549.

- Ré, M. I. 1998. Microencapsulation by spray drying. *Drying Technology*, 16, 1195–1236.
- Re R., Pellegrini N., Pro Teggente, A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, p.1231-1237.
- Reyes-Agüero, J. A., Aguirre, R. J. R., & Valiente-Banuet, A. 2006. Reproductive biology of *Opuntia*: A review. *Journal of Arid Environment*, 64, 549–585.
- Rodriguez-Huezo, M. E., Estrada-Fernandez, A. G., García-Almendárez, B. E., Ludeña-Urquizo, F., Campos-Montiel, R. G., Pimentel-González, D. J. 2014. Viability of *Lactobacillus plantarum* entrapped in double emulsion during Oaxaca cheese manufacture, melting and simulated intestinal conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 59, 768-773.