

EFFECTO DE NANOEMULSIÓN CON CAPACIDAD ANTIMICROBIANA EN UN QUESO FUNCIONAL TIPO OAXACA EN SU VIDA DE ANAQUEL

S. Olivares-García ^a, A. J. Cenobio-Galindo ^a, A. Manzur-Chávez ^a, G. Aguirre -Álvarez ^a,
B. E. Garcia-Almendárez ^b, R. G. Campos-Montiel ^{a*}

^a Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Rancho Universitario s/n Km.1 C.P. 43760, Tulancingo, Hgo., México. ^b Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro. Ciudad Universitaria, Querétaro. *ragcamposm@gmail.com

RESUMEN:

En este trabajo se evaluó el efecto de adicionar una nanoemulsión que contenía compuestos bioactivos provenientes de xoconostle (*Opuntia oligacantha*) a un queso tipo Oaxaca, en su actividad antimicrobiana. Se comparó el queso obtenido contra un queso testigo, el cual no fue adicionado. Los quesos se monitorearon a los días 0, 15, 30 y 45, encontrando que al adicionar la nanoemulsión se adicionaron compuestos con actividad antimicrobiana en los quesos. Encontrando en el queso adicionado un valor inicial de coliformes totales de logrando disminuir la concentración desde el día 0 (queso con nanoemulsión: 4.68 Log UFC/g de queso, queso testigo: 5.23 Log UFC/g de queso), logrando la reducción de más de 1 Log entre los tratamientos al final del estudio (queso adicionado con nanoemulsión: 7.73 Log UFC/g de queso, queso testigo: 8.83 Log UFC/g de queso). Al adicionar la nanoemulsión de xoconostle se logró disminuir la carga microbiana en los quesos por un periodo prolongado de tiempo, logrando así extender la vida de anaquel del queso Oaxaca.

ABSTRACT:

In this paper the effect of adding a nanoemulsion containing bioactive compounds from xoconostle (*Opuntia oligacantha*) to Oaxaca cheese in their antimicrobial activity was evaluated. Cheese obtained against a control cheese (which was not added), was it compared. The cheeses were monitored on days 0, 15, 30 and 45, and found that adding the nanoemulsion was added compounds with antimicrobial activity in cheeses. Finding the cheese added an initial value of total coliforms of achieving decrease the concentration from day 0 (cheese nanoemulsion: 4.68 log CFU / g of cheese, witness: 5.23 log CFU / g cheese), thus reducing more 1 Log between treatments at the end of the study (cheese added with nanoemulsion: 7.73 log CFU / g of cheese, witness: 8.83 log CFU / g of cheese). By adding the nanoemulsion of xoconostle was able to reduce the microbial load in cheese for an extended period of time, thus achieving extends the shelf life of Oaxaca cheese.

Palabras clave: Queso, Nanoemulsión, Xoconostle

Keywords: Cheese, nanoemulsion, Xoconostle.

Área: Alimentos funcionales.

INTRODUCCIÓN

Los quesos consumidos en Latinoamérica son caracterizados por su corta vida de anaquel debido a sus propiedades, como un alto contenido de humedad, a su bajo contenido de sal y a su acidez (Buriti *et al.*, 2007). El queso Oaxaca es bastante popular en México, denominado de "*pasta filata*", suave, caracterizado por una

textura fibrosa, sabor suave. Es elaborado similar al queso Mozzarella (Morales-Celaya *et al.*, 2012). De acuerdo con estadísticas del SIAP (2015), la producción de queso tipo Oaxaca en el país durante los primeros meses del año ascendió al 9%, consolidándose como uno de los principales quesos producidos en México. Se ha demostrado que los quesos pueden ser un excelente vehículo para ingredientes funcionales, debido a su relativamente alto pH, contenido de grasa y sólidos, consistencia y su capacidad buffer (Hayes *et al.*, 2006).

En años recientes se ha estudiado el uso de nanoemulsiones, es decir emulsiones de tamaño de gota muy pequeño (20-500 nm) (Solans, *et al.*, 2002). Específicamente, las nanoemulsiones poseen el potencial de ofrecer una alta concentración de nutraceuticos solubles en aceite o suplementos alimenticios bioactivos en una gama de productos alimenticios a base de agua. Si el tamaño de la gota de emulsión está por debajo del límite de detección del ojo humano (alrededor de 50 nm), la emulsión puede parecer translúcida con lo que la calidad visual del producto no se ve afectada (Wooster, *et al.*, 2008). El fruto del cactus *Opuntia joconostle*, conocido como xoconostle, se utiliza como condimento en la cocina mexicana, y en la elaboración de dulces, jaleas y bebidas. La fruta tiene pericarpio color rosado, mesocarpio succulento de color amarillo hasta rosado, y un endocarpio de color rojo profundo que contiene pequeñas semillas de color marrón (Reyes-Agüero *et al.*, 2006).

Las partes más importantes del fruto *O. joconostle* podrían considerarse como un objetivo atractivo para la industria alimentaria, respecto a su composición nutricional así como sus propiedades antioxidantes. Estudios anteriores concluyen *O. joconostle* es una buena fuente de compuestos fenólicos, flavonoides y tocoferoles, que proporcionan una buena capacidad antioxidante (Morales *et al.*, 2012). El objetivo del trabajo fue adicionar compuestos bioactivos de xoconostle contenidos en una nanoemulsión y determinar cómo es el comportamiento de estos compuestos con actividad biológica en la vida de anaquel de un queso Oaxaca, tomando como indicador la concentración de coliformes totales, así como determinar si existen cambios en sus parámetros fisicoquímicos entre un queso adicionado con la nanoemulsión comparado con un queso sin adicionar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se prepararon nanoemulsiones tipo agua en aceite (W/O) empleando el método de sonicación. La fase acuosa de las nanoemulsiones consistió del extracto acuoso de xoconostle (*Opuntia oligacantha*, obtenido del municipio de Tezontepec de Aldama, Hidalgo), mientras que la fase oleosa estuvo compuesta por aceite esencial de naranja, y lecitina de soya como tensoactivo. La mezcla de aceite/lecitina/extracto se sometió a 20 intervalos de 50 segundos de sonicación con periodos de descanso de 10 segundos usando un 80% de amplitud con una frecuencia de 20 kHz mediante un sonicador (Sonics Vibra Cell, Modelo VCX 130PB, Newtown, CT, EUA) empleando una sonda de 6 mm de diámetro.

La leche fue obtenida de la empresa PRONILAC, 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 la nanoemulsión de xoconostle (33 g/L) hasta su dilución total, posteriormente esta mezcla se acidificó con una solución de ácido cítrico (10% p/p) hasta un pH de 5.5 ± 0.03 y se adiciono 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 cm³, 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 hasta su análisis. 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. Para el recuento de coliformes totales, las muestras correspondientes a los tiempos de monitoreo fueron tratadas de la siguiente manera: una porción representativa de 10 g de los quesos fue homogeneizada con 90 ml de una solución de fosfato de potasio 0.05M durante 5 minutos. Luego, una serie de diluciones derivadas fueron preparadas y analizadas por triplicado en cajas Petri con agar eosina y azul de metileno e incubados durante 24 h a 38°C.

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

La tabla I muestra la caracterización fisicoquímica de los quesos respecto al tiempo, encontrando que existen diferencias entre los tratamientos ($p < 0.05$), presentando un porcentaje mayor de humedad los quesos que fueron adicionados con la nanoemulsión (53.10% al día 0 y 58.25% al día 45). Existieron diferencias ($p < 0.05$) entre los tratamientos para el porcentaje de cenizas, siendo mayor el contenido encontrado en el queso que no fue adicionado. En el porcentaje de proteína no existen diferencias entre los tratamientos en relación al paso del tiempo. Encontrando así mismo, que no existen diferencias ($p < 0.05$) en el contenido de grasa entre los tratamientos. Obteniendo con estos resultados que la adición de la nanoemulsión no afecta la composición fisicoquímica del queso Oaxaca.

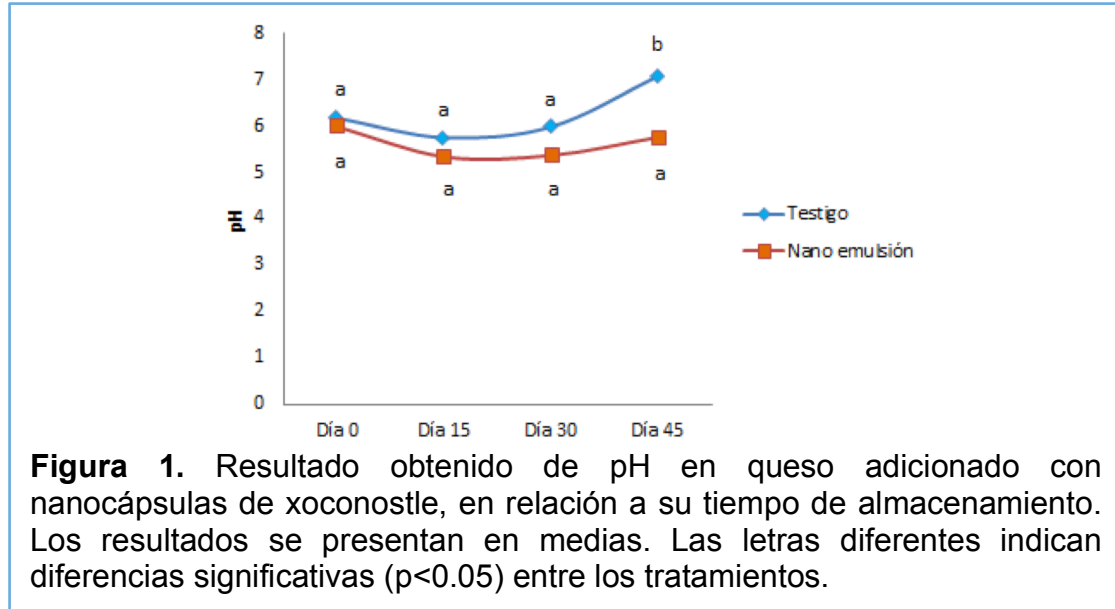
		Día 0	Día 45
Humedad (%)	Testigo	51.19 ^a	51.54 ^a
	Nanoemulsión	53.10 ^b	58.25 ^c
Cenizas (%)	Testigo	2.92 ^b	2.87 ^b
	Nanoemulsión	2.39 ^a	2.35 ^a
Proteína (%)	Testigo	18.88 ^c	17.52 ^b
	Nanoemulsión	17.26 ^b	17.68 ^b

Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

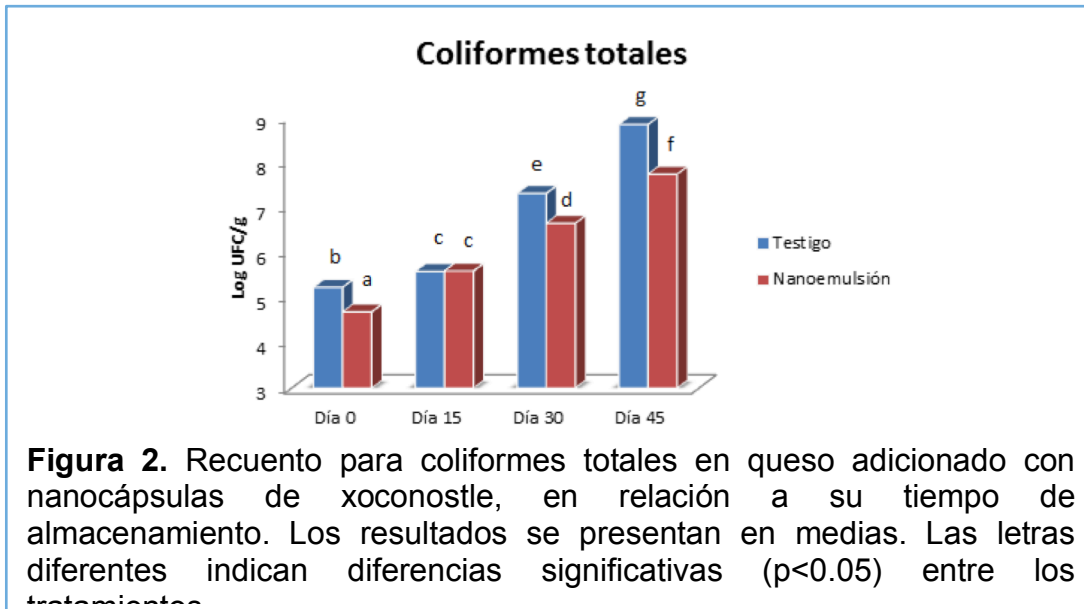
Grasa (%)	Testigo	20.48 ^a	20.49 ^a
	Nanoemulsión		20.82 ^a

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

La Figura 1 muestra el valor obtenido de pH para los tratamientos de queso Oaxaca con respecto al tiempo, mostrando que, no existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en el tiempo inicial, pero existen diferencias entre los tratamientos con respecto al tiempo. El queso adicionado no presenta diferencias ($p < 0.05$) con respecto al tiempo.



Existen reportes que indican que el fruto de xoconostle presenta efecto antibacteriano. Hayek e Ibrahim (2012) determinaron un importante efecto antimicrobiano de *Opuntia matudae* contra *E. coli* O157:H7. La actividad antimicrobiana de los frutos del xoconostle puede estar relacionada con algunos compuestos activos incluyendo fenoles, ácido ascórbico y betalaínas, entre otros (Hayek e Ibrahim, 2012). La Figura 2 muestra el resultado para el recuento de coliformes totales en los quesos, encontrando que desde el día 0 existen diferencias significativas ($p < 0.05$), siendo menor la concentración encontrada en el queso adicionado (queso con nanoemulsión: 4.68 Log UFC/g de queso, queso testigo: 5.23 Log UFC/g de queso), manteniendo esta tendencia respecto al tiempo, logrando reducir la carga de coliformes en más de 1 Log al final del análisis a día 45 (queso adicionado con nanoemulsión: 7.73 Log UFC/g de queso, queso testigo: 8.83 Log UFC/g de queso). La encapsulación de compuestos bioactivos provee estabilidad durante el procesamiento (Pimentel-González *et al.*, 2014), dando como resultado en este estudio una elevada actividad antibacteriana.



CONCLUSIÓN

Es posible obtener un queso Oaxaca “funcional” al adicionar la nanoemulsión de xoconostle, pues los resultados demostraron que con la adición no se alteró la composición estructural del queso, pero si se obtuvo una elevada actividad antibacteriana al lograr reducir en más de 1 Log la carga de coliformes presentes, con lo cual fue posible alargar la vida de anaquel de este queso, que se caracteriza por su corto periodo de vida de anaquel.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC: Association of Analytical Communities. 1999. 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.
- Hayek, S. A, Ibrahim, S. A. 2012. Antimicrobial Activity of Xoconostle Pears (*Opuntia matudae*) against *Escherichia coli* O157:H7 in Laboratory Medium. *International Journal of Microbiology*. Article ID 368472, 6 pages.
- 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.
- 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 Diguët 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.
- 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.
- Rodríguez-Huezo, M. E., Estrada-Fernandez, A. G., García-Almendárez, B. E., Ludeña-Urquiza, 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.
- SAGARPA, SIAP. 2015. Panorama de la lechería en México. Junio. http://www.siap.gob.mx/wp-content/uploads/boletinleche/b_leche_abrjun2015.pdf.
- Solans, C., Izquierdo, P., Nolla, J., & Azemar, N. 2005. Nanoemulsions, Current Opinion in *Colloid and Interface Science*.
- Wooster, T., Golding, M., & Sanguansri, P. 2008. Impact of oil type on nanoemulsion formation and Ostwald ripening stability. *Langmuir*.