



FORMULACIÓN DE YOGURES ENRIQUECIDOS EN LÍPIDOS BIOACTIVOS Zeiter, Agustín Leo¹

¹Instituto de Lactología Industrial (INLAIN, Universidad Nacional del Litoral/CONICET), Facultad de Ingeniería Química.

Director/a: Vélez, Ma. Ayelén

Codirector/a: Perotti, Ma. Cristina

Área: Cs. Biológicas

Palabras claves: alimento funcional, ácido linoleico conjugado, liposoma, liofilización

Título del Proyecto: Liposomas portadores de ácidos grasos bioactivos: formulación y caracterización. Aplicación en elaboraciones de yogur.

Instrumento: PICT

Año de convocatoria: 2017

Directora: Ma. Ayelén Vélez

INTRODUCCIÓN

Los alimentos funcionales son aquellos que generan un beneficio a la salud más allá de su aporte nutricional básico (Playne y col., 2003). En el mercado actual, la innovación tecnológica representa una estrategia competitiva para el liderazgo empresarial; en la categoría de alimentos funcionales, la mayor innovación y oferta de productos se produce en el campo de los lácteos. Los mismos son una fuente natural de numerosos compuestos bioactivos y son ampliamente utilizados como vehículos para otros compuestos beneficiosos provenientes de distintas fuentes naturales (Augustin y Sanguansri, 2015).

Se conoce que ciertos ácidos grasos insaturados proporcionan beneficios importantes para la salud (Chen y col., 2013). En particular, la actividad biológica del ácido linoleico conjugado (CLA) ha ganado atención debido a los isómeros C18: 2 9c, 11t y C18: 2 10t, 12c, que han mostrado efectos beneficiosos, tales como la reducción de grasa corporal e incremento de masa muscular, estimulación del sistema inmune, reducción del colesterol plasmático y actividad antioxidante (Kim y col., 2016). Sin embargo, la sensibilidad de estos compuestos a la oxidación y la escasa solubilidad en agua limitan su aplicación. En este contexto, la tecnología de encapsulación en liposomas surge como una opción innovadora para vehicular los isómeros CLA en matrices alimentarias acuosas.

Los liposomas son vesículas típicamente esféricas auto ensambladas formadas principalmente por lípidos polares (fosfolípidos) estructurados en forma de una o más bicapas (lamelas) que encierran medio acuoso en su interior. Los mismos tienen características ventajosas para una amplia gama de aplicaciones (farmacéutica, cosmética, alimentos), entre las que se pueden citar la biocompatibilidad, biodegradabilidad, baja toxicidad, capacidad para encapsular compuestos lipofílicos e hidrofílicos (Vélez y col. 2017). En particular, la tecnología de

liposomas aplicada a lácteos se ha transformado en un área de notorio interés, junto con otras nanotecnologías (Malheiros y col., 2012). Hasta el momento, según nuestro conocimiento, no existen antecedentes publicados acerca del enriquecimiento de yogur con CLA encapsulado en liposomas.

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el impacto de la utilización de liposomas portadores de CLA en polvo en la tecnología de elaboración de yogur en vistas de producir un alimento lácteo con propiedades bioactivas. Para ello se evaluó la composición fisicoquímica, la sinéresis, la recuperación de CLA y la microestructura de los yogures elaborados.

METODOLOGÍA

Preparación de yogur. Se utilizó como leche base una mezcla de leche fluida parcialmente descremada y leche en polvo. Se prepararon yogures experimentales con CLA adicionado en liposomas en polvo (EL). Las vesículas se prepararon previamente en el INLAIN y se secaron por liofilización. Se incluyeron controles sin CLA (C). Los yogures se elaboraron a escala laboratorio por triplicado y se almacenaron durante 21 días a 4°C.

Análisis en yogures: *Determinación de CLA total.* Se determinó mediante espectroscopía UV a los 21 días. Para ello, se extrajeron los isómeros del CLA con cloroformo y se determinó la absorbancia a la longitud de onda de máxima absorción de CLA (242 nm) (Vélez et al. 2018). Se expresó el % de recuperación respecto a la cantidad de CLA adicionada. *Composición fisicoquímica y sinéresis:* el pH y la acidez se determinaron a los 7, 14 y 21 días. A los 7 días se determinó el contenido graso y proteico, y a los 21 días la sinéresis por filtración. Se utilizaron técnicas estandarizadas (Wolf y col., 2015). *Microestructura:* observación por microscopía óptica a 40 X.

Análisis estadístico: ANOVA para determinar diferencias entre las formulaciones y con el tiempo de almacenamiento. Se utilizó el programa R Studio (Versión 1.1.442, 2009–2018 RStudio, Inc.)

Dado que la información contenida en este trabajo está siendo evaluada para ser transferida, los detalles específicos del proceso productivo no han sido explicitados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El agregado del ingrediente no modificó el tiempo de fermentación (4 horas). En la Tabla 1 se muestran los parámetros analizados en los yogures. Se verificó un incremento de la acidez y una disminución de pH ($p < 0.05$) durante el almacenamiento. Al comienzo y final del mismo la acidez en los yogures experimentales fue levemente superior ($p < 0.05$) debido posiblemente al agregado de los ácidos grasos. La composición estuvo dentro de los parámetros normales, siendo mayor el porcentaje de grasa y sólidos totales en los yogures EL, lo cual se corresponde con la formulación.

La sinéresis es un parámetro de calidad de gran importancia. Al final del almacenamiento los yogures con liposomas presentaron un porcentaje menor que los controles ($p < 0.05$), indicando que la presencia de los fosfolípidos empleados en la formulación de las vesículas favoreció la retención de agua en la matriz del yogur. Este efecto ha sido reportado y probablemente se debe a la propiedad emulsionante de las lecitinas (Ghorbanzade y col. 2017). Estos resultados se correlacionaron con las observaciones de microestructura (**Figura 1**), donde se visualiza que los yogures experimentales presentaron una estructura más dispersa/abierto de la matriz proteica, lo cual favorecería la retención de agua.

En cuanto al contenido de CLA, se observó que las vesículas liposomales protegieron a los isómeros de su degradación, ya que al final de almacenamiento los yogures EL presentaron un porcentaje de recuperación superior al 75%.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos en los yogures: composición(g/100g), pH, acidez, recuperación de CLA (%), y sinéresis.

Parámetro	Yogures	
	C1	EL1
Composición		
Proteína	3,5a ± 0,2	3,5a ± 0,3
Grasa	1.52a ± 0.05	1.8b ± 0.1
Sólidos	11.2a ± 0.3	11.8b ± 0.3
Acidez Día 1	76aA ± 1	79bA ± 1
Día 7	88aB ± 5	92aB ± 3
Día 21	96aC ± 1	99bC ± 1
pH Día 1	4.70aA ± 0.01	4.71aA ± 0.02
Día 7	4.42aB ± 0.04	4.42aB ± 0.03
Día 21	4.30aC ± 0.02	4.28aC ± 0.02
% Recuperación CLA	-	78b ± 12
Sinéresis (%)	41a ± 2	18b ± 7

¹ C: Yogures controles; EL: Yogures elaborados con liposomas con CLA.

^{a,b} Diferentes letras minúsculas muestran diferencias estadísticamente significativas entre columnas ($p < 0.05$).

^{A,B} Para pH y acidez, las letras mayúsculas diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas entre filas ($p < 0.05$), para cada tipo de yogur.

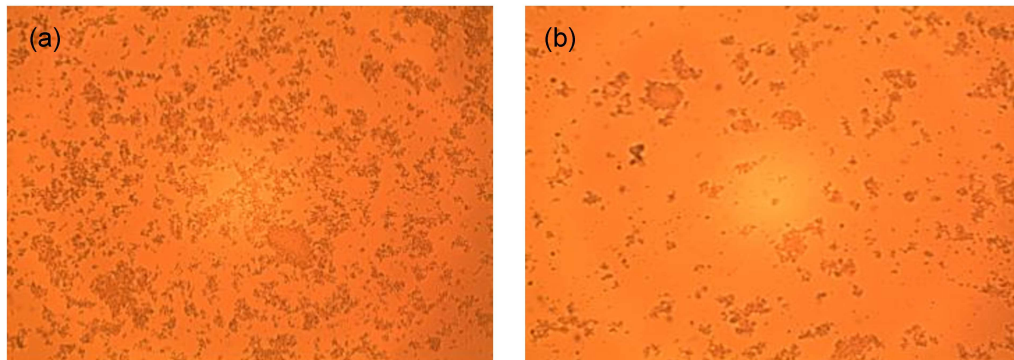


Figura 1. Microscopía óptica del yogur control (a) y experimental (b). Se utilizó una magnificación de 40x.

CONCLUSIONES

El contenido de CLA se incrementó exitosamente en los yogures con agregado del ingrediente liposomal, ya que se obtuvo un alto porcentaje de recuperación al final del almacenamiento. Además, su agregado disminuyó la sinéresis, un importante parámetro de calidad. De esta manera se verificó la factibilidad de aplicación de un ingrediente rico en lípidos bioactivos en la matriz alimentaria de yogur.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Augustin, M.A.; Sanguansri L., 2015. Challenges and solutions to incorporation of nutraceuticals in foods. Annual Review of Food Science and Technology, 6, 463-477.

Chen, B., McClements D.J., Decker E.A., 2013. Design of foods with bioactive lipids for improved health. Annual Review of Food Science and Technology, 4(1), 35-56.

Ghorbanzade, T.; Jafari, S.M.; Akhavan, S.; Hadavi, R., 2017. Nano-encapsulation of fish oil in nano-liposomes and its application in fortification of yogurt. *Food Chemistry*, 216, 146-152.

Kim, J. H.; Kim Y.; Kim Y. J.; Park Y., 2016. Conjugated Linoleic Acid: Potential Health Benefits as a Functional Food Ingredient. *Annual Review of Food Science and Technology*, 7, 221-244.

Malheiros, P. D. S., Sant'Anna, V., Barbosa, M. D. S., Brandelli, A., Franco, B. D. G. D. M., 2012. Effect of liposome-encapsulated nisin and bacteriocin-like substance P34 on *Listeria monocytogenes* growth in Minas frescal cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 156, 272-277

Playne, M.J.; Bennett L.E.; Smithers G.W., 2003. Functional dairy foods and ingredients. *Australian Journal of Dairy Technology*, 58(3), 242-264.

Vélez M.A., Gennaro A.M., Vénica C.I., Hynes, E.R., Perotti, M.C., 2018. Ingrediente funcional para yogur: liposomas con ácido linoleico conjugado. Presentación de trabajo en 7mo. Congreso de Ciencias Farmacéuticas y 7mo. Simposio de Alimentos del Mercosur. Cascavel, Brasil.

Vélez, M. A.; Perotti M.C; Santiago L.; Gennaro A. M.; Hynes E., 2017. Bioactive compounds delivery using nanotechnology: design and applications in dairy food. In *Nutrient Delivery*. Academic Press Elsevier, Estados Unidos, 221-250

Wolf, I.V.; Vénica C.I.; Perotti M.C., 2015. Effect of reduction of lactose in yogurts by addition of β -galactosidase enzyme on volatile compound profile and quality parameters. *International Journal of Food Science and Technology*, 50, 1076-1082.