

Evaluación de la incorporación de Omega-3 libre y nanoencapsulado en el desarrollo de un yogur

Díaz Gabriela E.^(1,2,3); Pega Juan F.^(2,5); Pérez Carolina D.^(1,2,4,5); Ambrosi Vanina A.^(1,2,3,4); Guidi Silvina M.^(1,2,4); Nanni Mariana S.⁽⁶⁾

¹Instituto de Alimentos - CIA - INTA. Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.

²ICyTESAS (UEDD INTA-CONICET). Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.

³FFyB - UBA. CABA, Argentina.

⁴ESIlyCA - UM. Morón, Buenos Aires, Argentina.

⁵CONICET. CABA, Argentina

⁶CIA - INTA. Hurlingham, Buenos Aires, Argentina

diaz.gabriela@inta.gob.ar



RESUMEN

Los beneficios sobre la salud derivados del consumo de ácidos grasos omega-3 eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) están fuertemente demostrados en la literatura científica, siendo su consumo recomendado por las autoridades sanitarias en todo el mundo por su influencia en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles. Sin embargo, la naturaleza altamente reactiva del EPA y DHA puede comprometer su integridad cuando se los utiliza como bioactivos en el diseño de alimentos

funcionales. Por lo tanto, el presente trabajo plantea la nanoencapsulación de aceite marino (rico en EPA y DHA) como estrategia para mantener su estabilidad oxidativa hasta el final de la vida útil en un yogur a escala laboratorio. Este trabajo refleja el efecto positivo que proveen las nanocápsulas como protección del EPA y DHA, además de que su utilización no evidenció diferencias en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos entre los yogures enriquecidos con EPA+DHA (libre o nanocápsulas) y controles.

INTRODUCCIÓN

Los beneficios de salud y nutricionales derivados del consumo de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 de cadena larga (ω 3 PUFA) de origen marino están ampliamente demostrados en la literatura científica y su consumo es muy recomendado (Tabla 1) por las autoridades de salud y nutrición en todo el mundo (OMS, OPS, FAO) (Akabas, 2006). El beneficio del consumo del ácido eicosapentaenoico (EPA, 20:5 n-3) y el ácido docosahexaenoico (DHA, 22:6 n-3) se asocia a salud cardiovascular por su efecto sobre triglicéridos y colesterol, efectos antitrombóticos y antiinflamatorios (Yanai, 2018; Calder, 2020; Djuricic, 2021).

Los tres principales ω 3 PUFA son el ácido alfa-linolénico (ALA, 18:3 n-3), el EPA y el DHA. El ALA se encuentra principalmente en aceites vegetales como el de lino, soja y canola; mientras que el DHA y

el EPA se encuentran principalmente en peces y mariscos. El ALA es un ácido graso esencial, lo que significa que el cuerpo no lo sintetiza, por lo que debe ser obtenido de los alimentos que se consumen. Es posible, a partir del ALA, sintetizar EPA y DHA. Sin embargo, la tasa de conversión en el organismo es baja. Por lo tanto, la única manera de aumentar la concentración de los mismos en el cuerpo es través de los alimentos (Takahashi, 2000; Misra, 2008; NIH, 2021).

Hoy en día la dieta occidental posee una ingesta de EPA y DHA muy por debajo de lo recomendado (250-500 mg/día según FAO- OMS) (**Tabla 1**). No obstante, la conciencia del consumidor sobre los beneficios para la salud de los ácidos EPA y DHA ha aumentado la búsqueda de nuevos alimentos que contribuyan a la incorporación de los omega-3 de manera natural o incorporados a través del desarrollo de alimentos funcionales.

Tabla 1 - Recomendación de consumo de EPA y DHA para diferentes rangos etarios

Población	OMS (2003)	FAO/FINUT (2008)	EFSA (2010)	EFSA (2013)	EFSA (2014)
Lactantes de 0 a 6 meses	1-2% de energía diaria	DHA 0,1-0,18% de energía diaria	DHA 100 mg/día	DHA 100 mg/día	DHA 20-50 mg/100 kcal en preparados para lactantes y preparados de continuación sin necesidad de ARA y con EPA≤DHA
Lactantes de 6 a 12 meses	1-2% de energía diaria	DHA 10-12 mg/d/kg peso	DHA 100 mg/día	DHA 100 mg/día	DHA 20-50 mg/100 kcal en preparados para lactantes y preparados de continuación sin necesidad de ARA y con EPA≤DHA
Niños de 2-4 años	1-2% de energía diaria	EPA+DHA 100-150 mg/día	EPA+DHA 250 mg/día	DHA 100 mg/día hasta los dos años	NA
Niños de 4-6 años	1-2% de energía diaria	EPA+DHA 150-200 mg/día	EPA+DHA 250 mg/día	NA	NA
Niños de 6-10 años	1-2% de energía diaria	EPA+DHA 200-250 mg/día	EPA+DHA 250 mg/día	NA	NA
Niños de 10-18 años	1-2% de energía diaria	EPA+DHA 250 mg/día	EPA+DHA 250 mg/día	NA	NA
Adultos	1-2% de energía diaria	EPA+DHA 250 mg/día	EPA+DHA 250 mg/día	NA	NA
Embarazo y lactancia 100-200 mg/día	1-2% de energía diaria	EPA+DHA 300 mg/día de los que DHA≥200 mg/día	DHA adicional 100/200 mg/día	NA	NA

EFSA: European Food Safety Authority - **FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **NA:** No aplicable. **Fuente:** Fundación Iberoamericana de Nutrición (FINUT) y la Fundación Española de Nutrición (FEN).

Los alimentos funcionales (aquellos alimentos que contienen un nivel significativo de componentes activos biológicamente que proveen beneficios deseables para la salud más allá de la nutrición básica- FAO) son herramientas valiosas para aportar nutrientes y compuestos bioactivos de interés, pero su producción constituye un desafío tecnológico en la adición de estos compuestos (Pega J. P., 2017).

Los lácteos son una mezcla compleja de diversos nutrientes y de otros componentes que, juntos, forman la «matriz de los alimentos». En el caso de una matriz semisólida como el yogur (Fardet, 2019), el valor nutricional de éste depende tanto de los nutrientes que contiene como de su estructura. Por su estabilidad oxidativa, el yogur constituye una de las matrices alimenticias más convenientes para

vehiculizar ácidos grasos poliinsaturados lábiles a la oxidación (Farvin K. S., 2010a).

En este sentido, si bien la nanotecnología ha sido utilizada para prevenir la oxidación de compuestos bioactivos, los datos experimentales sobre su aplicación en alimentos, con relación a aspectos tecnológicos, son escasos. (Gumus, 2021; Gökmen, 2011; Ojha, 2017)

Bajo este contexto, en el Área de Bioquímica y Nutrición del Instituto Tecnología de Alimentos (ITA) de INTA Castelar se realizó la evaluación de un yogur y su competencia como un buen vehículo para aportar cantidades recomendadas de ω 3 PUFA y establecer si la nanoencapsulación de los ω 3 PUFA, respecto a su forma no encapsulada, confiere una estabilidad mayor a los mencionados ácidos grasos. De este modo, se podría brindar una alternativa factible para paliar la deficiencia de ω 3 PUFA, la cual se encuentra extendida a nivel mundial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se planteó el desarrollo de un yogur funcional con dosis preventivas de Omega-3 marino. Para ello, se efectuaron elaboraciones de yogur (**Figura 1**) utilizando a escala laboratorio leche parcialmente descremada ultrapasteurizada (2% grasa total), cultivo starter comercial de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (YG-X16 CHR Hansen) y aceite marino con EPA+DHA (DSM Nutritional Products). Las formulaciones de yogur se desarrollaron para contener una concentración final del aceite libre o nanoencapsulado entre 100-125; 200-250 y 450-500 mg/200 ml de yogur (fórmulas bajo protección), o sin aceite adicionado (control).

Los nanoencapsulados, nanoliposomas en base a lecitina de soja, se realizaron bajo el marco de un acuerdo entre el Instituto Tecnología de Alimentos del INTA y una empresa privada (desarrollo protegido). Se tomaron muestras a los 0, 14, y 28 días, las cuales fueron almacenadas a 4°C. Se realizaron análisis de: pH, sinéresis (reorganización de la red del gel del yogur que resulta en la separación de suero de leche) y microbiológicos, mediante recuento en

Figura 1 - Producción de yogur a escala laboratorio



placa con medio de cultivo selectivo (MRS para *S. thermophilus* y M17 para *L. delbrueckii*). A su vez, se amplificó el ARN específico de los microorganismos starter mediante la técnica de reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa con transcriptasa reversa (RT-qPCR), como herramienta de determinación y cuantificación de la viabilidad de los microorganismos fermentadores con capacidad probiótica y se cuantificó el perfil de ácidos grasos mediante cromatografía gaseosa (CG).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indicaron que el pH y la sinéresis del yogur durante la producción y almacenamiento no se vieron afectados por ningún tratamiento de adición de aceite. En esta misma línea, la presencia de los microorganismos *S. thermophilus* y *L. delbrueckii*, evaluados tanto por métodos de cultivo en placa como moleculares (RT-PCR), no se vio afectada por ningún tratamiento de adición de aceite durante y hasta el final de la vida útil del yogur (28 días a 4°C) (**Figura 2**).

Asimismo, de acuerdo a los datos obtenidos por CG, las formulaciones de yogur con aceite libre (sin nanoencapsular) presentaron una drástica pérdida de estos ácidos grasos a los 28 días de almacenamiento a 4°C, mientras que no se registró tal caída en ninguno de los yogures desarrollados que contenían Omega-3 nanoencapsulados, evaluados hasta los 28 días de almacenamiento (**Tabla 2**).

Figura 2 - Dinámica de microorganismos iniciadores evaluados por métodos moleculares (RT-PCR) durante el almacenamiento refrigerado (F: free-libre - N: Nanoencapsulado).

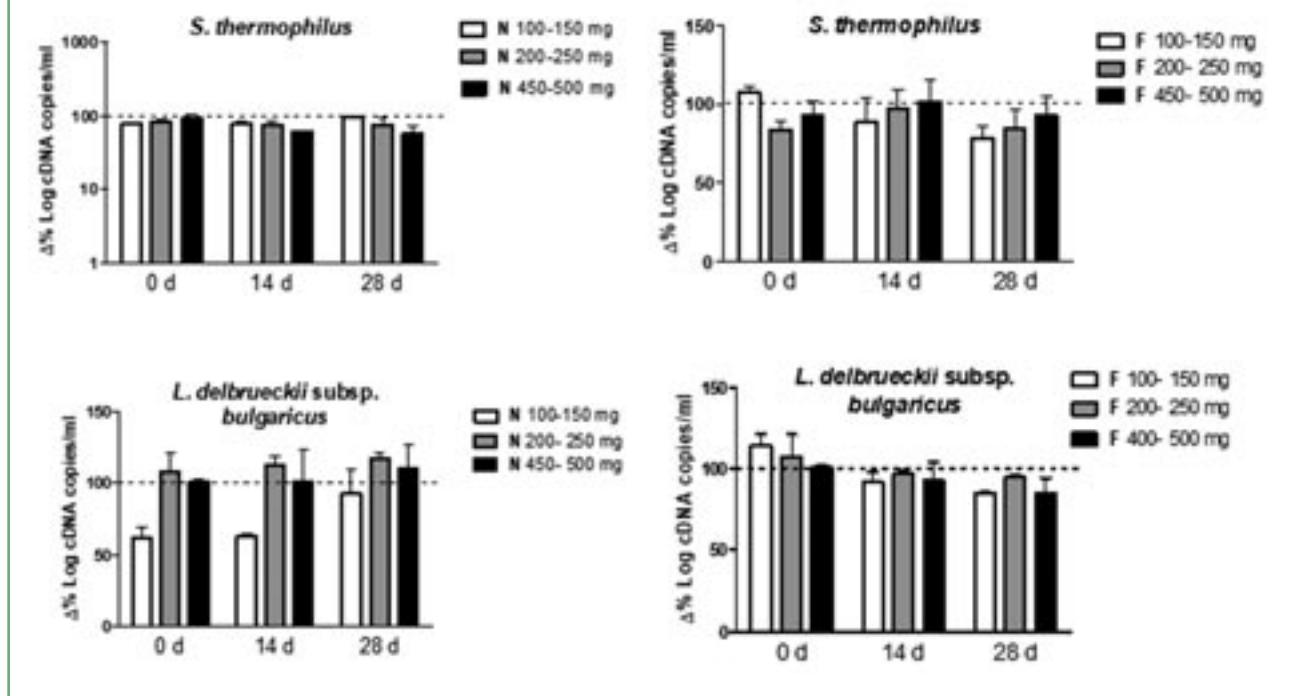


Tabla 2 - Cuantificación de EPA+DHA en yogur a 28 días de almacenamiento refrigerado por cromatografía gaseosa.

EPA+DHA	Control	100-150	200-250	450-500
F	0%	16,6±%	16,6±%	24,3±%
N	0%	135,2±%	105,6±%	112,7±%

Los resultados se expresan como porcentajes con respecto a las cantidades de EPA+DHA detectadas al día 0 de elaboración.

Estos resultados indican que el yogur constituye una matriz apta para ser utilizada como vehículo para incorporar ω 3 PUFA, y que si estos últimos se encuentran nanoencapsulados, la estabilidad de los mismos está preservada o se mantiene estable, asegurando así la cantidad del bioactivo hasta el final de la vida útil del alimento. De esta manera, el consumo de yogur con los compuestos bioactivos ayudaría a fortalecer el sistema inmune y la prevención de las diversas enfermedades no transmisibles

CONCLUSIONES

El presente trabajo provee evidencia de una genuina protección del EPA y DHA conferida por las nanocápsulas, a lo que se suma que no se encontraron diferencias en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos entre los yogures enriquecidos con EPA+DHA (libre o nanocápsulas) y el control. De este modo, se pudieron establecer bases en cuanto a conocimiento científico de relevancia para el diseño de alimentos lácteos fermentados potencialmente benéficos para la salud humana.

BIBLIOGRAFÍA

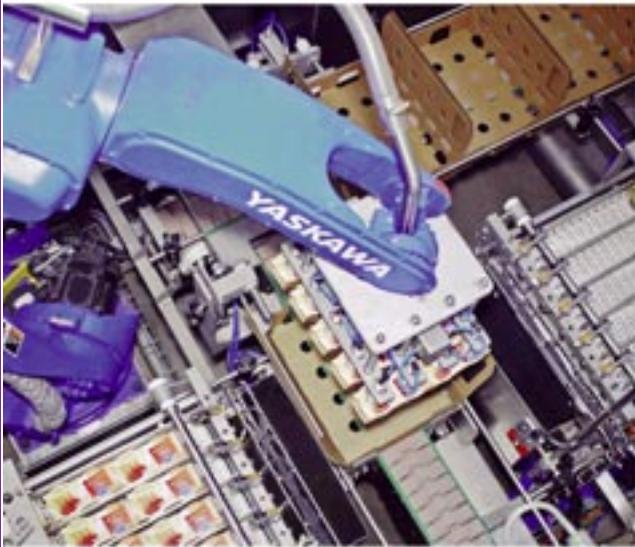
- Akbas, S. R.** (2006). Summary of a workshop on n-3 fatty acids: current status of recommendations and future directions. . The American journal of clinical nutrition, 83(6), 1536S-1538S.
- Calder, P. C.** (2020). Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid derived specialised pro-resolving mediators: Concentrations in humans and the effects of age, sex, disease and increased omega-3 fatty acid intake. Biochimie, 178, 105-123.
- Djuricic, I. &** (2021). Beneficial outcomes of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids on human health: An update for 2021. Nutrients, 13(7), 2421.
- Fardet, A. D.** (2019). Influence of food structure on dairy protein, lipid and calcium bioavailability: A narrative review of evidence. . Critical reviews in food science and nutrition, , 59(13), 1987-2010.
- Farvin, K. S.** (2010a). Antioxidant activity of yoghurt peptides: Part 1-in vitro assays and evaluation in ω -3 enriched milk. Food Chemistry, 123(4), 1081-1089.
- Gökmen, V. M.** (2011). Development of functional bread containing nanoencapsulated omega-3 fatty acids. . Journal of Food Engineering, 105(4), 585-591.
- Gumus, C. E.** (2021). Yogurts supplemented with lipid emulsions rich in omega-3 fatty acids: New insights into the fortification, microencapsulation, quality proper-

- ties, and health-promoting effects. . Trends in Food Science & Technology, 110, 267-279.
- Misra, A. &** (2008). Obesity and the metabolic syndrome in developing countries. . The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 93, (11_supplement_1), s9-s30.
- NIH, N. I.** (2021). National Institutes of Health. Retrieved from National Institutes of Health: <https://ods.od.nih.gov/>
- Ojha, K. S.** (2017). Ultrasonic-assisted incorporation of nano-encapsulated omega-3 fatty acids to enhance the fatty acid profile of pork meat. . Meat science, 132, 99-106.
- Pega, J. P.** (2017). The incorporation of alpha-tocopherol and functional doses of phytosterol esters during cheese-making does not affect DNA or mRNA dynamics of *Streptococcus thermophilus* and *Lactococcus lactis* throughout and after the end of ripening. . LWT, 84, 838-841.
- Takahashi, Y. &** (2000). Dietary n-3 fatty acids affect mRNA level of brown adipose tissue uncoupling protein 1, and white adipose tissue leptin and glucose transporter 4 in the rat. . British Journal of Nutrition, 84(2), 175-184.
- Yanai, H. M.** (2018). An improvement of cardiovascular risk factors by omega-3 polyunsaturated fatty acids. Journal of clinical medicine research, 10(4), 281.



SOLUCIONES DE ENVASADO Y EMPAQUE

ALIMENTOS
LÁCTEOS
FRIGORÍFICA
FARMACÉUTICA
COSMÉTICA
AGROQUÍMICA
QUÍMICA













Ruta Prov. N°6 Km. 27,7 | (3017) San Carlos Sud - Santa Fe | +54 - 9 - 3404 - 523895
 +54 - 3404 - 420785 / 423185 | desinmec@desinmec.com | www.desinmec.com