



Raúl Molina
Cecilia Gertosio
Yasna Monte
Víctor Pinto
Departamento de Ciencia y
Tecnología de los Alimentos.
Facultad Tecnológica.
Universidad de Santiago de Chile.
raul.molina@usach.cl

Desarrollo de un helado hipocalórico y funcional con adición de ácidos grasos Omega 3

Development of an hypocaloric and functional ice-cream with addition of omega 3 fatty acids

Resumen

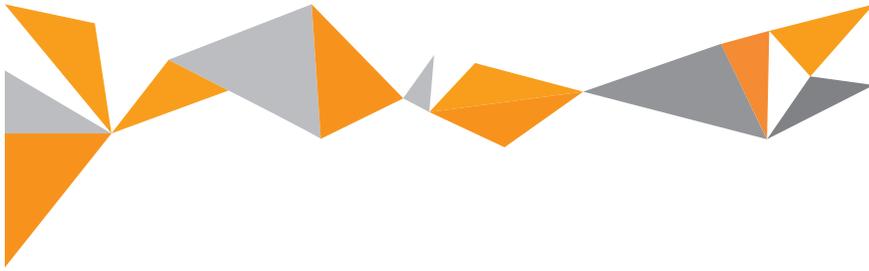
Se desarrolló un helado bajo en grasas, sin azúcar, enriquecido con ácidos grasos omega 3, y con características sensoriales de un helado estándar. Para encontrar una mezcla base adecuada se realizó un diseño experimental 2^3 sin adición de omega 3 ni esencias. A la mezcla base elegida se le realizó un segundo diseño experimental 2^1 para observar el efecto del omega 3 en la calidad del producto. Se encontró que la adición de un 0,33% de omega 3 no afectó ($p > 0,05$) las propiedades organolépticas del helado. Un estudio de estabilidad del omega 3, determinó que este presentó una cinética de deterioro de 2° orden, y que el índice de peróxido se mantuvo bajo 3 meq O_2 /kg aceite, menor al límite permitido (10 meq O_2 /kg aceite). El análisis proximal indicó que el helado con 0,33% de omega 3 tuvo 78 kcal por 100 g de producto.

Palabras claves: Helado funcional, omega 3, hipocalórico.

Abstract

A low-fat ice cream was worked out, with no sugar, enriched with omega 3 fatty acids, and sensory characteristics of a standard ice cream. To find a suitable quality, it was made an experimental design 2^3 without omega 3 addition essences. The mixture base chosen was second experimental design 2^1 was made to observe the effect of omega-3 on the product quality. It was found that 0.33% addition of omega-3 did not affect significantly the organoleptic properties of ice cream. A stability study of omega-3, determined that this presented a deterioration kinetics of 2nd order, and the peroxide index remained below 3 meq O_2 / kg oil, less than the limit of 10 meq O_2 / kg oil. The proximal analysis indicated that the ice cream with 0,33% of omega 3 had 78 kcal per 100 g of product.

Keywords: Functional ice cream, omega 3, hypocaloric.



Introducción

En el último tiempo la nutrición se ha enfocado en la prevención de las enfermedades no transmisibles, como la obesidad, diabetes y cáncer, y a su vez, los consumidores se preocupan cada vez más por su salud, alimentación y bienestar. La respuesta por parte de la industria a esta preocupación es el desarrollo de alimentos funcionales. En el año 1980 surgió el concepto de Alimento Funcional, que se refiere a aquellos alimentos procesados que contienen ingredientes que ayudan en funciones corporales específicas, además de ser nutritivos (Hasler, 1998). En este sentido, parece acertado que los alimentos naturales que cumplen con estas propiedades se llamen alimentos saludables, y precisar el uso del término funcional a aquellos que han experimentado algún cambio por el procesamiento, que conlleve un aumento de sus propiedades saludables. (Araya y Lutz, 2003).

Se ha sostenido que la incorporación de ácidos grasos poliinsaturados esenciales como los ácidos grasos omega 3 y omega 6 en sistemas alimentarios, convierten a los productos en alimentos funcionales, debido a que estos compuestos

pueden mejorar la salud de las personas, ya que actúan como agentes antiinflamatorios, antiarritmogénicos y protectores a nivel cardiovascular (Silveira *et al.*, 2003). Los ácidos grasos Omega 3 pueden prevenir la diabetes tipo 2 y enfermedades coronarias (Thorsdottir *et al.*, 2004).

Los ácidos grasos poliinsaturados son esenciales porque el cuerpo humano no los puede sintetizar y los requiere para determinadas funciones metabólicas y también estructurales, usándolos como precursores para formar ácidos grasos poliinsaturados con un mayor número de átomos de carbono. A través del ácido linoleico (omega 6) se da origen al ácido araquidónico (C20:4, n-6), de igual forma el ácido alfa linolénico (omega 3) origina el ácido eicosapentaenoico o EPA (C20:5, n-3) y el ácido docosahexaenoico o DHA (C22:6 n-3); todos ellos con importantes funciones metabólicas y reguladoras (Merino y Nasiff, 2003). Las autoridades sanitarias han recomendado el aumento del consumo de ácidos grasos poliinsaturados. Según reporta la Organización Mundial de la Salud (OMS), se recomienda el consumo regular de pescado

para proporcionar aproximadamente 200 a 500 (mg/semana) de EPA y DHA, la sustitución de grasas saturadas por grasas monoinsaturadas, y el aumento del consumo de frutas y vegetales para garantizar propiedades antioxidantes y aumento de vitaminas (Carrero *et al.*, 2004).

Los ácidos grasos omega 6 y omega 3 se han incorporado a diversos alimentos, como en bollería, lácteos, embutidos y huevos. (Silveira *et al.*, 2003). Existen distintas marcas comerciales de leche y productos lácteos en los que se adicionan ácidos grasos omega 3 con reconocidos beneficios para la salud, este es el caso de la leche con omega 3. Carrero *et al.* (2004), crearon una mezcla de aceites que contenía: omega 3, aceite de oliva, vitamina B6, vitamina E y ácido fólico; que se adicionaron a la leche descremada para elaborar un producto lácteo con ácidos grasos saludables y un perfil de vitaminas. Transcurrido el tiempo de estudio y administración de la leche enriquecida, se produjo un aumento en el nivel plasmático de DHA y EPA entre un 20% y 33% (Carrero *et al.*, 2004).



Los productos lácteos son un excelente vehículo para dosificar ingredientes funcionales, y en Chile, el helado es uno de los postres más consumidos, siendo el país latinoamericano con mayor consumo per cápita de helados con 8,2 litros/año (Retail Financiero, 2015). La composición de este producto, rico en grasas y azúcares, lo convierte en un alimento muy apetecido por su sabor y textura, pero a la vez se debe tener en cuenta que las grasas y azúcares refinados deben consumirse en pequeñas cantidades, debido a que un exceso en la ingesta diaria puede ocasionar enfermedades como la obesidad en el mediano o largo plazo. La obesidad es uno de los problemas de salud más graves y de más rápido crecimiento en el país, y aparte de ella, la población se enfrenta a otras enfermedades relacionadas con la dieta como diabetes, cáncer de mama, próstata y vesícula, las cuales han aumentado progresivamente, siendo muchas de ellas una consecuencia del aumento en el consumo de grasas en la dieta (Vio, 2005).

La motivación de este trabajo es ayudar en la prevención de este tipo de enfermedades mediante la modificación en la composición de los helados, disminuyendo grasas y azúcares y adicionando ácidos grasos omega 3. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los ácidos grasos poliinsaturados son muy susceptibles a las reacciones de deterioro en las que se destaca la oxidación, reacción que corresponde a la degradación de lípidos lo que provoca la formación de aldehídos (Nguyen *et al.*, 2008).

Kolanowski y Weißbrodt (2007) evaluaron los cambios sensoriales en productos lácteos fortificados con aceite de pescado, los cuales corresponden a: yogures, quesos frescos, blandos y procesados, mantequilla y crema. Los productos

con mayor dosificación fueron lácteos con alto contenido de grasa, los cuales mantuvieron constantes los parámetros sensoriales durante cuatro semanas de almacenamiento. La fortificación de los lácteos en este estudio, proporcionaron valores entre 180 y 360 (mg) de omega 3, elevando significativamente su nivel medio en la dieta.

Los alimentos adecuados para ser fortificados con omega 3 son los que se consumen con frecuencia y se almacenan por un corto período de tiempo a baja temperatura, en paquetes sin permeabilidad del aire y la luz. Buenos ejemplos de estos alimentos son los productos lácteos. Sin embargo, todavía existen pocos estudios con respecto a la evaluación de la calidad y seguridad de los productos lácteos enriquecidos con aceite de pescado (Nguyen *et al.*, 2008).

El objetivo principal del presente estudio es mejorar la calidad nutritiva y funcional del helado, desarrollando un alimento bajo en grasas, sin adición de azúcar, con propiedades funcionales debido a la adición de ácidos grasos omega 3, y que además conserve las características sensoriales de un helado estándar. El segundo objetivo de este trabajo es determinar la cinética de deterioro del ácido graso omega 3 en el helado en condiciones de almacenamiento congelado y la influencia del tiempo de almacenaje en la calidad sensorial del producto.

Materiales y Métodos

Los materiales están constituidos por materias primas y equipos, que se detallan a continuación.

En relación a las materias primas se eligieron ingredientes apropiados para formular helados bajos en grasa y azúcar. Se usó Leche descremada en polvo (Chile, Soprole),

Aislado proteico de suero (Chile, Bipro Granotec), Aceite vegetal hidrogenado (Chile, SMC-E Watt's), Sucralosa (Usa, Splenda), Polidextrosa (Usa, Danisco), Mezcla de emulsionantes y estabilizantes (Chile, Quasavisco HM807 Quimatic), Omega 3: aceite de sardina en cápsulas, 300 mg de EPA + DHA (Colombia, Procaps), Agua y Esencia de plátano (Chile, Lipo 778 Floramatic).

Entre los equipos de proceso destacan: Máquina de Congelación (Dawning Ice M320, China), Cocina Industrial (Oppici, Chile), Cámaras de Refrigeración y Congelación (Mimet, Chile), y otros equipos y materiales menores.

Entre los equipos de laboratorio para análisis se destacan: Autoclave (Orthmann), Cromatógrafo CG Gaseoso (Perkin Elmer), Estufa de Incubación (Lab Line Instruments), Estufa de Secado (Memmert), Digestor-Destilador (Velp Scientifica UDK 126 D), y otros equipos y materiales menores.

La metodología de trabajo se describe brevemente a continuación:

Proceso de fabricación: los helados se fabricaron en un proceso batch siguiendo el proceso estándar de fabricación de helados que consiste en: pesaje, acondicionamiento y mezcla de materias primas a 45° C (excepto esencia y omega 3). Se realizó la pasteurización a 65° C por 30 minutos, luego se homogenizó la mezcla. Posteriormente, se realizó la maduración a 4° C por 12 horas y se incorporó la esencia y omega 3. Incorporadas todas las materias primas en la mezcla, se congeló hasta alcanzar la consistencia adecuada para un helado. Lograda la consistencia, se envasó el producto en potes de 1 litro para un posterior almacenaje y endurecimiento del helado a -22° C durante 8 semanas.



Pruebas Preliminares: Se realizaron pruebas en base a una formulación hipocalórica establecida (León y Pinto, 2008), sustituyendo el concentrado proteico original por aislado proteico.

Diseño Experimental I: Para encontrar una mezcla base adecuada en términos de calidad sensorial y overrun, se realizó un diseño experimental 2³ sin adición de omega 3 ni esencias. Se ensayaron 8 formulaciones para determinar los porcentajes de aislado proteico (factor A), mezcla de estabilizantes y emulsionantes (factor B) y povidex (factor C).

Diseño Experimental II: Diseño factorial 2¹, en el cual se fabrican 2 mezclas a partir de la fórmula elegida en la etapa anterior, con la adición de una cantidad constante de esencia y una cantidad variable de omega 3 en 2 niveles. Las variables respuestas son la evaluación sensorial y la estabilidad del omega 3 en el tiempo.

Análisis Físicos: se hicieron mediciones de la densidad y pH de las mezclas maduradas. La densidad de la mezcla se determinó pesando 100 ml de mix (mezcla). Se pesaron los potes de helado a la salida del congelador y se determinó la densidad del helado; el porcentaje de incorporación de aire en el helado u overrun se calculó mediante la siguiente ecuación:

Evaluación sensorial: los 8 tratamientos del Diseño Experimental I y los 2 del Diseño Experimental II se sometieron a un test numérico con puntuación de 1 a 5 (Pedrero y Pangborn, 1989), en esta escala se evaluó la calidad de los atributos de sabor, dulzor, cuerpo y textura, entendiéndose que un mayor puntaje indica mayor calidad. La evaluación se llevó a cabo con un panel conformado por 12 jueces semientrenados. Se considera que un puntaje de 3 en la escala de evaluación es una calidad normal o estándar. Además, los 2 tratamientos del Diseño Experimental II se sometieron a test de Aceptabilidad y Preferencia.

Análisis Estadístico: se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Plus versión 5.1 para analizar las respuestas. Se determinó el efecto de cada factor y sus interacciones sobre las variables respuesta mediante ANOVA con un nivel de confianza del 95%, seguido por el test de Student para identificar la o las muestras que diferían significativamente al 0,5%. Lo anterior, se realizó para las variables sensoriales y físico químicas.

Análisis Microbiológicos: Se realizaron análisis microbiológicos a los helados con adición de omega 3 según lo indicado en el "Reglamento Sanitario de los Alimentos" (MINSAL, 2015) de acuerdo a los métodos del "Manual de Técnicas Microbiológicas para Alimentos y Aguas",

Instituto de Salud Pública (ISP) (ISP, 1998a): Recuento de Aerobios Mesófilos y Recuento de *Staphylococcus aureus*.

Análisis Proximal: Los helados con omega 3 se sometieron a análisis según lo dictamina el "Manual de Métodos de Análisis Físico-Químicos de Alimentos, Aguas y Suelo" del ISP (ISP, 1998b), efectuando las siguientes pruebas: Determinación de humedad por el método de estufa de aire, determinación de cenizas totales por el método de vía seca, determinación de materia grasa por el método de Bligh y Dyer, determinación de proteínas por el método Kjeldahl, y determinación de hidratos de carbono por diferencia.

Análisis de Estabilidad del Omega3: A los helados con omega 3 se les determinó su estabilidad oxidativa y su cinética de oxidación durante el tiempo de almacenaje en frío en los días 0, 7, 14, 21, 28 y 35, con el objetivo de monitorear el estado del ácido graso poliinsaturado, según lo dictamina el "Manual de Métodos de Análisis Físico-Químicos de Alimentos, Aguas y Suelo" del ISP (ISP, 1998b), efectuando las siguientes pruebas: Extracción de grasa por el método de Bligh y Dyer, perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases y determinación del índice de peróxido.

$$\% \text{ Overrun} = \frac{\text{Densidad de la mezcla} - \text{Densidad del helado}}{\text{Densidad del helado}} \times 100 \quad (1)$$

Resultados y Discusión

Pruebas preliminares.

La primera prueba se realizó con la formulación hipocalórica establecida (León y Pinto, 2008), modificada con aislado proteico en vez de concentrado proteico, tal como se detalla en la Tabla N° 1. Debido al cambio de materia prima se tuvo que balancear el contenido de mezcla de estabilizantes/emulsionantes y de aislado proteico para disminuir la viscosidad del mix, de igual forma, se disminuyó el contenido de sucralosa, con lo que se consiguió una mejora notable en la viscosidad y dulzor del mix, con lo cual se obtuvo un mix apto para fabricar un helado.

Formulaciones del Diseño Experimental I (DE-I)

Se determinaron las variables para el diseño factorial y sus niveles correspondientes, bajo (-1) y alto (+1), como porcentaje en peso en la mezcla: Aislado proteico de suero 2,5% y 3,5% (Componente A),

Estabilizantes-Emulsionantes (Componente B) 0,35% y 0,45%, Polidextrosa (Componente C) 10,11% y 10,31%. Los demás componentes quedan con su composición fija de acuerdo a la formulación final de las Pruebas Preliminares. La Tabla N° 2 muestra la composición de los 8 tratamientos.

Overrun y pH de helados del DE-I

En la Tabla N° 2 se muestran los valores de overrun y pH obtenidos para cada tratamiento. En el caso del pH, se puede apreciar que en todos los tratamientos los valores son cercanos a un pH neutro, lo que confirma lo reportado por Acharya *et al.* (2006) indicando que el rango de pH en sus tratamientos se encontraba entre 6,6 a 6,8 para helados desarrollados con alta concentración proteica. Además, este parámetro es un buen indicador de la calidad microbiológica del producto, ya que un pH bajo indica producción de ácido y por ende, formación bacteriana.

En cuanto al overrun, Acharya *et al.* (2006), indica que los valores obtenidos para este parámetro están entre 86,58% y 92,93%, lo cual difiere de los resultados obtenidos, donde el rango estuvo entre 76,6% y 144,8%. Blasco (2007) indica que este parámetro es fuertemente influenciado por la cantidad, tipo y origen de la proteína utilizada, aludiendo a que si la cantidad es alta se ven favorecidas las propiedades de aireación y cuerpo; esto se refleja en los tratamientos 2 4 6 y 8 en los cuales la cantidad de aislado proteico corresponde a su mayor concentración.

Al calcular la media junto con la desviación estándar de los efectos estimados principales y la interacción de las variables respuesta: pH y overrun, se encontró que los efectos de dichos factores y de sus interacciones no son significativos ($p > 0,05$). Esto quiere decir que dentro de la región experimental no se puede asegurar que los efectos sean significativos, puesto que el intervalo de confianza del 95% contiene el valor cero en cada efecto, por lo que cabe la posibilidad de que los efectos sean nulos.

Evaluación sensorial de helados del DE-I

De los datos obtenidos en las pruebas sensoriales se obtuvieron la media, la desviación estándar (σ) y los efectos estimados principales y de interacción para las variables sensoriales en estudio.

La respuesta media para cada atributo correspondió a niveles considerados normales (3 en la pauta de evaluación). Al tener en cuenta, los valores p del Anova se encuentra que para los atributos de Dulzor, Cuerpo y Textura ningún efecto es significativo al 95% de confianza, mientras que en el atributo Sabor, la interacción entre los estabilizan-

Tabla N° 1. Formulación base y final de las Pruebas Preliminares

Componente	Fórmula base (%)	Fórmula final (%)
Leche descremada polvo	10,600	10,600
Aceite vegetal hidrogenado	1,460	1,460
Sucralosa	0,016	0,014
Agua	73,114	74,316
Polidextrosa	10,210	10,210
Estabilizantes-Emulsionantes	0,600	0,400
Aislado proteico de suero	4,000	3,000

Tabla N° 2. Matriz estándar del diseño experimental y variables respuesta para pH de la mezcla y overrun del helado

Formulación	% A	% B	% C	pH	% Overrun
1	2,5 (-1)	0,35 (-1)	10,11 (-1)	6,5	76,6
2	3,5 (+1)	0,35 (-1)	10,11 (+1)	6,7	104,2
3	2,5 (-1)	0,45 (+1)	10,11 (-1)	6,7	113,9
4	3,5 (+1)	0,45 (+1)	10,11 (+1)	6,7	91,2
5	2,5 (-1)	0,35 (-1)	10,31 (-1)	6,7	77,3
6	3,5 (+1)	0,35 (-1)	10,31 (+1)	6,6	99,3
7	2,5 (-1)	0,45 (+1)	10,31 (-1)	6,6	89,9
8	3,5 (+1)	0,45 (+1)	10,31 (+1)	6,7	144,8

A: Aislado proteico de suero; B: Mezcla estabilizante/emulsionante; C: Polidextrosa

tes-emulsionantes con la povidex-rosa, es el único efecto significativo.

Esta parte de la investigación demostró que los niveles establecidos para los factores no fueron adecuados para encontrar diferencias significativas entre las fórmulas. Sin embargo, se destaca el hecho de que las características sensoriales de las fórmulas son consideradas normales por parte de los jueces. En base a lo anterior, se podría haber elegido cualquiera de las formulaciones anteriores para proseguir con la investigación de la estabilidad del omega 3, pero se eligió la formulación 6, considerando que con esa fórmula se obtuvo un overrun de 99,3%, valor cercano al overrun promedio de las 8 formulaciones que fue de 99,7%.

Formulaciones del Diseño Experimental II (DE-II)

Se desarrollaron 2 formulaciones, una con baja concentración de EPA + DHA (92 mg) y otra con alta concentración de EPA + DHA (115 mg) para una porción de 100 (ml) de helado, lo que corresponde a un 0,26% y 0,33% de omega 3 para las formulaciones de baja y alta concentración respectivamente. La cantidad de EPA y DHA presente en el tiempo se midió a través de cromatografía gaseosa, estas mediciones se efectuaron por un período de 35 días. A su vez, los análisis para determinar el Índice de Peróxidos se llevaron a cabo por un período de 60 días.

Cinética de Oxidación del Omega 3 en almacenaje congelado

Este análisis se llevó a cabo a través de los resultados obtenidos de la cuantificación de este ácido graso mediante cromatografía gaseosa, los cuales pueden verse en la Figura N° 1.

A partir del día cero la cantidad de EPA + DHA en el helado de baja

concentración es de 87 (mg), aunque anteriormente se mencionó que se le incorporaron 92 (mg). Esta disminución seguramente se debe a la temperatura en la etapa de maduración y a la oxidación que ocurre por la incorporación de aire (overrun) en el helado. Lo mismo sucede para el helado de alta concentración de EPA + DHA, al cual se le incorporó 115 (mg) a la mezcla madurada, y posteriormente se cuantificó 109 (mg) en el helado a tiempo cero.

Debido a las características de la curva observada en la Figura N° 1, se postula que la cinética de oxidación en el caso del helado con 92 (mg) es de segundo orden. Para demostrarlo se utiliza el método integral y se determina el coeficiente

cinético (k), partiendo del siguiente modelo:

$$\frac{dC_A}{dt} = -k \cdot C_A^2 \quad (2)$$

Ecuación que al ser integrada da:

$$\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A0}} = k \cdot t \quad (3)$$

A partir de la Ec. 3 se determinan los valores de k, reflejados en la Tabla N° 3.

Se pueden observar pequeñas variaciones en el valor de k tanto en el helado con baja como con alta concentración de omega 3, sin embargo, se mantiene entre 0,00013 y

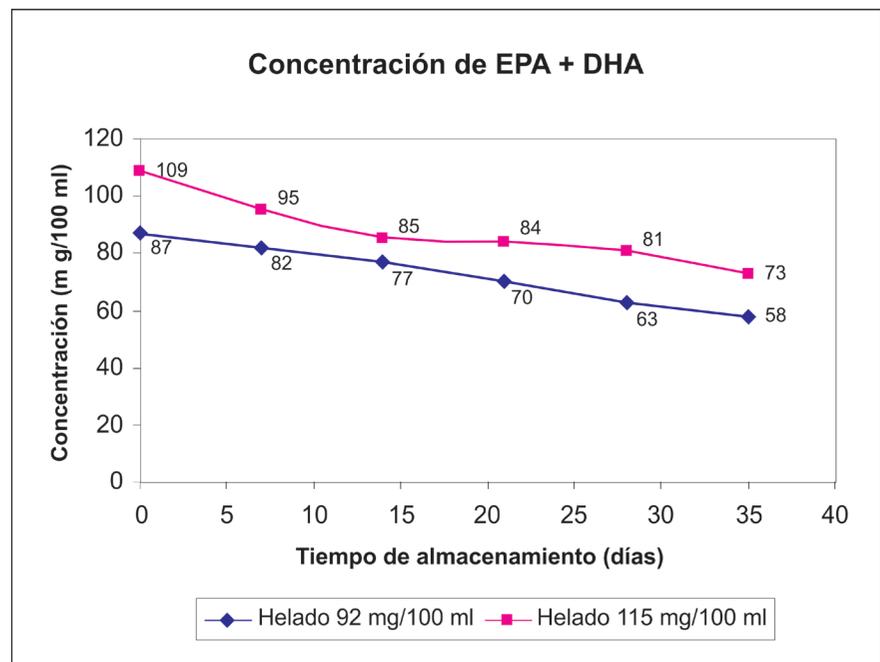


Figura N° 1. Concentraciones de EPA + DHA de los helados.

Tiempo (días)	k (día*mg) ⁻¹ (Baja)	k (día*mg) ⁻¹ (Alta)
7	0,00010	0,00019
14	0,00011	0,00019
21	0,00013	0,00013
28	0,00011	0,00011
35	0,00013	0,00013
Promedio	0,00015	0,00015

0,00015 (día*mg)⁻¹, lo que permite establecer que el omega 3 en el helado durante su almacenaje tiene una cinética de deterioro de segundo orden. El coeficiente de correlación (r^2) obtenido para la cinética de orden 2 es de 0,98 y 0,97 para el helado con 92 y 115 (mg/100 ml) respectivamente.

Índice de Peróxidos

De acuerdo al Códex Alimentarius (2008), el índice de peróxidos debe ser alrededor de 2 – 10 (meq O₂/kg de aceite) para ser comestible y el alimento no debe presentar caracte-

terísticas organolépticas alteradas (Silva y Guayta, 2008). Al ver la Figura N° 2, los valores de índice de peróxido tanto para el helado de baja concentración como el de alta concentración de EPA + DHA oscilan dentro de este rango. Por lo tanto, después de 60 días de almacenaje congelado, el aceite presente en los 2 tipos de helado se mantuvo en buenas condiciones.

Análisis Finales

Los análisis finales a los helados con adición de omega 3 en dos concentraciones se realizaron una

vez transcurridos los 60 días de almacenaje congelado.

Análisis de calidad microbiológica
Los resultados que se muestran en la Tabla N° 4 indican que se cumplieron los requisitos de calidad especificados en el Artículo 173 del Reglamento Sanitario de los Alimentos (MINSAL, 2015), lo que demuestra que se fabricó un producto inocuo, apto para el consumo y que no representa un riesgo para la salud de quienes lo ingieran.

Análisis proximal

La Tabla N° 5 muestra el análisis proximal de los helados con omega 3 con baja y alta concentración, como también con un helado normal.

Se puede apreciar que en ambos tipos de helados una porción de consumo aporta menos de 3 (g) de grasa total, por lo que el helado puede considerarse de “bajo aporte” en grasa, según el Reglamento Sanitario de los Alimentos (MINSAL, 2015). También se puede considerar “liviano” en grasas, ya que el helado posee 50% menos del aporte de grasa total que contiene habitualmente un helado de leche. Además, al no tener azúcar en su composición, el helado puede considerarse “livre” de este componente. El aporte calórico de una porción de 100 (g) del helado desarrollado es de 75 (kcal) para la formulación de bajo contenido de EPA+DHA y de 78 (kcal) para la formulación de alto contenido de EPA+DHA. Esto corresponde a una reducción de más de un 55 % de las calorías que entrega un helado habitualmente. De acuerdo con la Tabla N° 5, un helado de leche tradicional aporta 182 (kcal). Por lo tanto, se puede afirmar que este tipo de producto es “liviano” en calorías, por lo que se cumple con el objetivo de desarrollar un helado hipocalórico.

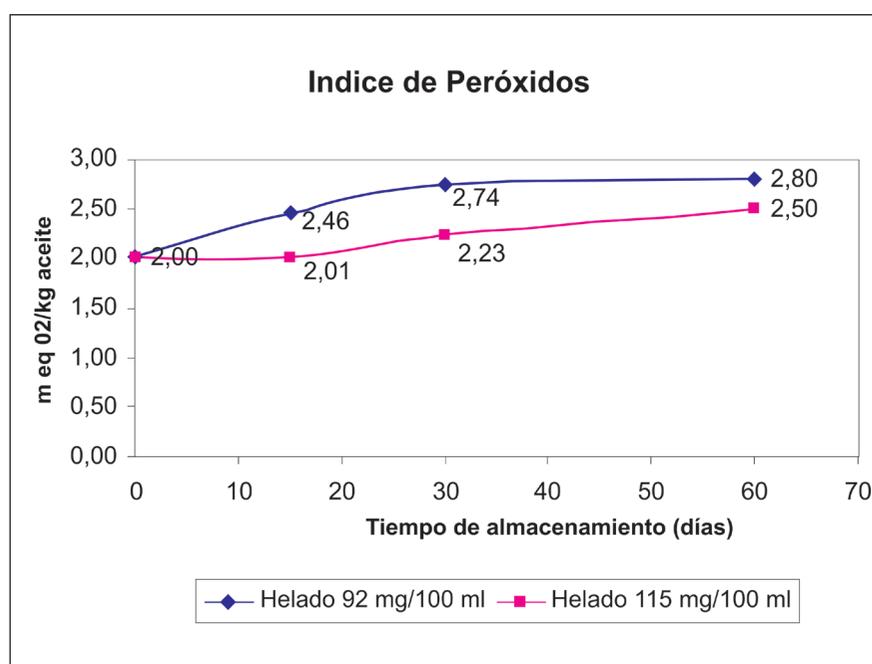


Figura N° 2. Índice de peróxidos de los helados.

Tabla N° 4. Análisis microbiológicos

Análisis	Helado 92 mg/100 ml	Helado 115 mg/100 ml
Recuento de Aerobios Mesófilos	2459 UFC/g	2500 UFC/g
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Ausencia

UFC: Unidades formadoras de colonias

Tabla N° 5: Análisis proximal de helados con Omega 3 y de un helado normal.

Análisis	Helado 92 mg/100 ml	Helado 115 mg/100 ml	Helado normal
Humedad (%)	74,3	73,9	65,2
Cenizas totales (%)	0,7	0,8	0,6
Proteínas (%)	6,2	6,4	1,9
Materia grasa (%)	1,2	1,5	9,1
Hidratos de carbono totales (%)	17,6	17,4	23,2
Energía (kcal/100 g)	75	78	182

Análisis sensorial

Se realizaron evaluaciones sensoriales a ambos helados en los días 0, 30 y 60 mediante un test de scoring y de aceptabilidad y un test de preferencia. Se estudiaron los datos a través de un análisis de varianza (ANOVA), y las diferencias significativas se determinaron mediante una Distribución de Fisher, con un nivel de significancia del 5%.

Test de Scoring y Aceptabilidad

Al comparar los resultados obtenidos, se puede observar en las Figuras N° 3 y N° 4, que la diferencia principal entre los 2 helados está en la aceptabilidad de cada producto, siendo el helado con mayor concentración de omega 3 el que obtuvo mayor puntaje, cuyo nivel de agrado corresponde a "me gusta", mientras el helado con baja concentración está en el rango de indiferencia. Los atributos de Sabor, Dulzor, Cuerpo y Textura no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ambos helados y se encontraron en el rango de calidad "normal".

La escala utilizada para calificar los atributos sensoriales de Sabor, Dulzor, Cuerpo y Textura varió entre 1 a 5, correspondiendo el valor mayor a una intensidad más pronunciada de cada atributo. En el caso del análisis de aceptabilidad, la escala poseía 3 niveles de calificación: me gusta, neutra, disgusta.

Test de preferencia

Se afirma que existe una diferencia significativa entre las muestras de helados, debido a una clara preferencia por el helado de mayor concentración de EPA+DHA, lo que está de acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas anteriores (Test de Scoring y Test de Aceptabilidad). Lo anterior, también fue corroborado al realizar la prueba t de Student.

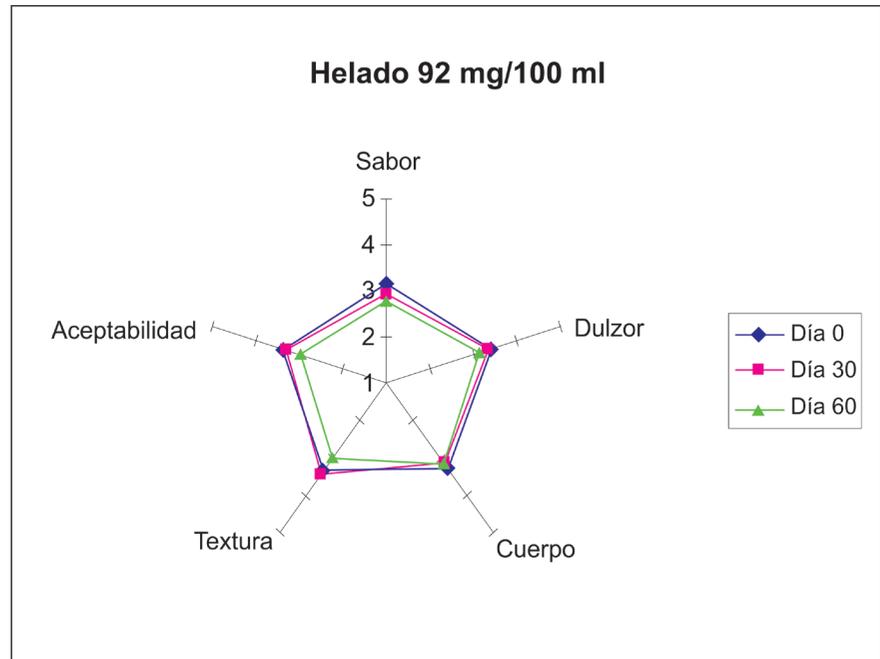


Figura N° 3. Resultados del test de scoring y aceptabilidad del helado con 92 mg/100 ml durante su almacenamiento.

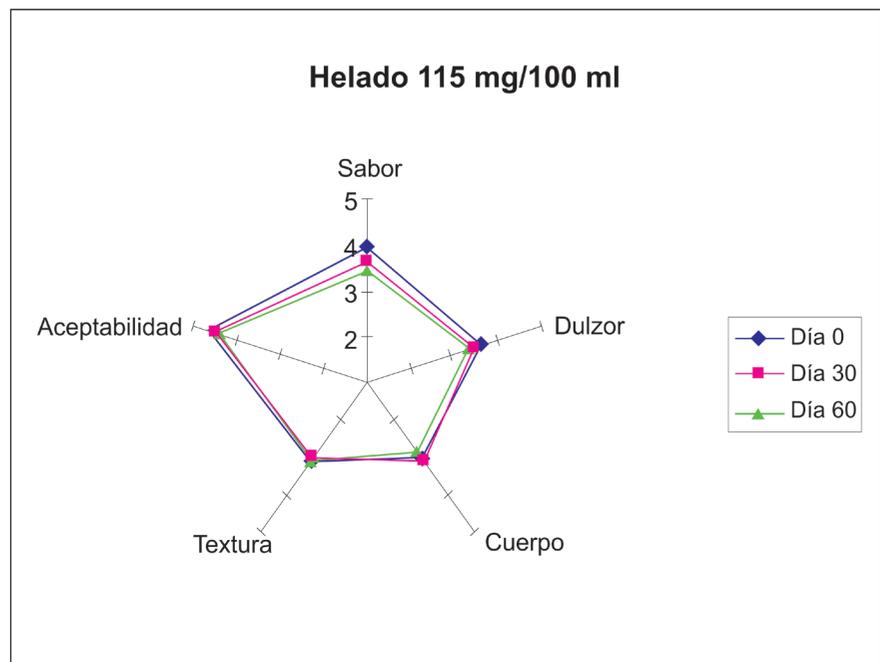


Figura N° 4. Resultados del test de scoring y aceptabilidad del helado con 115 mg/100 ml durante su almacenamiento.



Conclusiones

- Se logró desarrollar un helado hipocalórico con adición de ácidos grasos poliinsaturados de la familia omega 3 (EPA+DHA), el cual otorgó propiedades funcionales y nutritivas al producto, sin modificar notablemente las propiedades sensoriales del producto tradicional. La esencia escogida (plátano) fue capaz de enmascarar el sabor característico del aceite de pescado, siendo corroborado por el panel sensorial.

- Se elaboró un helado hipocalórico, libre de azúcar y bajo contenido en grasas. El aporte calórico de una porción de 100 (g) del helado desarrollado es de 75 (kcal) para la formulación de bajo contenido de EPA+DHA y de 78 (kcal) para la formulación de alto contenido de EPA+DHA. Según el RSA se puede afirmar que este tipo de producto es "liviano" en calorías, ya que se ha reducido en más de 50% el

aporte calórico con respecto al helado de consumo habitual. Además, al no tener azúcar en su composición, el helado puede considerarse "libre" de este componente. También, en ambos tipos de helados una porción de consumo de 100 (g) aporta menos de 3 (g) de grasa total, por lo que el helado puede considerarse de "bajo aporte" en grasa.

- Se establecieron los porcentajes de omega 3 que se debe adicionar a la formulación del helado para que éste sea considerado un alimento funcional. Al helado con baja concentración de EPA+DHA se le adicionó un 0,26% de omega 3 a la formulación óptima, mientras que al helado con alta concentración de EPA+DHA se le adicionó un 0,33% de omega 3.

- Mediante un análisis proximal, se logró evaluar la composición química del helado después de 60 días. Una porción de helados de 100 (g)

aporta más del 6% de proteínas, lo que aumenta el valor nutricional del helado con respecto a uno tradicional.

- Este estudio logró evaluar la estabilidad del omega 3 en el helado durante 35 días de almacenamiento. Mediante la cuantificación de ácidos grasos omega 3 a través de cromatografía gaseosa; además, se determinó que la cinética de oxidación de EPA y DHA presentes en el helado hasta 35 días después de su almacenaje resultó ser de segundo orden ($r^2 = 0,97-0,98$). Por otra parte, a través del índice de peróxidos, se ratificó la frescura del aceite durante 60 días, el cual se encuentra en el período de iniciación de la curva de oxidación.

- Después de un almacenaje de 60 días, se determinó la calidad sensorial, aceptación y preferencia del producto final. Los análisis sensoriales finales establecieron que los helados fueron aceptados por el consumidor.

Agradecimientos

El autor agradece a DICYT de la Universidad de Santiago de Chile por el financiamiento del proyecto 08 – 0871 MC.



Referencias

- Acharya M, Baer R, Patel M. 2006. Increasing the protein content of ice cream. *J Dairy Sci* 89: 1400 - 1406.
- Araya H, Lutz R. 2003. Functional and healthy foods. Dpto. de Nutrición. Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Dpto. de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad de Valparaíso.
- Blasco G. 2007. Materias primas: estabilizantes: usados en helados: elegir un combinado de emulsionantes y estabilizantes. Tasker Consultores.
- Retail Financiero. 2015. Chilenos son consumidores N° 1 de helados. Disponible en: <http://www.retailfinanciero.org/noticiasrss/chilenos-son-consumidores-n-1-de-helados/> (Consultado Julio 26, 2016).
- Carrero J, Baro L, Fonolla J, Gonzalez-Santiago M, Martinez-Ferez A, Castillo R, Jiménez J, Boza J, López-Huertas E. 2004. Cardiovascular effects of milk enriched with omega 3 polyunsaturated fatty acids, oleic acid, folic acid, and vitamins E and B6 in volunteers with mild hyperlipidemia. From Puleva Biotech SA, Dpto. de Ingeniería Química, Universidad de Granada, and Hospital Universitario "San Cecilio", Granada, Spain.
- MINSAL. 2015. Dto. N° 977/96, Reglamento Sanitario de los Alimentos. Ministerio de salud, Chile. Disponible en: http://dipol.minsal.cl/wrdprss_minsal/wp-content/uploads/2016/05/DECRETO_977_96_2016.pdf (Consultado Julio 21, 2015)
- ISP. 1998a. Manual de técnicas microbiológicas para alimentos y aguas. Instituto de Salud Pública, Chile.
- ISP. 1998b. Manual de métodos de análisis físico-químicos de alimentos, aguas y suelos. Instituto de Salud Pública. Chile.
- Hasler CM. 1998. Functional foods: Their role in disease prevention and health promotion. *Food Technology* 52: 63 - 70.
- Kolanowski W, Weißbrodt J. 2007. Sensory quality of dairy products fortified with fish oil. Faculty of Human Nutrition and Consumer Sciences, Warsaw Agricultural University, Nowoursynowska Str. 166, PL-02-787 Warsaw, Poland. Institut für Ernährungs und Lebensmittelwissenschaften, Universität Bonn, Bonn, Germany.
- León E, Pinto G. 2008. Desarrollo de un helado funcional con adición de probióticos. Tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos, Universidad de Santiago de Chile.
- Merino E, Nasiff A. 2003. Ácidos Grasos Omega- 3: pescados de carne azul y concentrado de aceites de pescado. Lo bueno y lo malo. *Rev Cub Med* 42: 49 - 55.
- Nguyen J, Semmens K, Beamer S, Jaczynski J. 2008. Chemical changes in Omega 3-enhanced farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during abusive-temperature storage. *J Food Control* 19: 599 - 608.
- Pedrero D, Pangborn R. 1989. Evaluación sensorial de alimentos. Editorial Alhambra Mexicana S.A., México.
- Silveira M, Monereo S, Molina B. 2003. Alimentos funcionales y nutrición óptima: ¿Cerca o lejos?. *Rev Esp Salud Pub* 77: 317 - 331.
- Silva M, Guayta J. 2008. Evaluación de la calidad química de los aceites reutilizados en la fritura de papas y salchichas en los 64 restaurantes del cantón Ambato. Proyectos locales, Universidad Técnica de Ambato Ecuador.
- Thorsdottir I, Hill J, Ramel A. 2004. Omega 3 fatty acid supply from milk associates with lower type 2 diabetes in men and coronary heart disease in women. Unit for Nutrition Research, Landspítali-University Hospital and Department of Food Science, University of Iceland, Reykjavik, Iceland.
- Vio F. 2005. Prevención de la obesidad en Chile. *Rev Chil Nut* 32: 80 - 87.