

## Desarrollo de una formulación optimizada de mousse de linaza (*Linum usitatissimum*)

Mario Villarroel, Lucía Pino, Julia Hazbún

Departamento de Ingeniería Química, Facultad Ingeniería. Departamento de Nutrición. Facultad Medicina.  
Universidad de La Frontera. Temuco, Chile

**RESUMEN.** Se empleó la metodología Taguchi para determinar la calidad sensorial de una formulación optimizada de mousse de linaza listo para preparar utilizando un arreglo ortogonal  $L_9$ , con nueve corridas experimentales, cuatro variables independientes (proceso térmico, relación carragenina/gelatina, relación coco rallado/saborizante de coco y tiempo de batido) y tres niveles de trabajo cada una. Las condiciones óptimas fueron: tiempo de proceso  $95^{\circ}\text{C}/90\text{s}$ ; relación carragenina/gelatina  $0.54\text{g}/1.07\text{g}$ ; relación coco rallado/saborizante de coco  $10.7\text{g}/4.23\text{g}$ ; tiempo batido 8 min. La calidad sensorial se determinó en el postre reconstituido en leche fluida descremada aplicando el test sensorial de puntaje compuesto y un panel entrenado conformado por doce jueces. La composición química del producto optimizado fue: humedad 6.0%, extracto etéreo 20.0%, proteínas 20.0%, fibra dietaria total 18% e hidratos de carbono 26.7%, con una densidad energética de 430 Kcal./100g. La composición de ácidos grasos poliinsaturados mostró una relación omega-6/omega-3 de 0.40. La vida útil midiendo desarrollo de microorganismos e índice peróxido estuvo dentro de los límites máximos permitidos por el reglamento sanitario chileno de los alimentos.

**Palabras clave:** Alimento funcional, linaza, omega 3, optimización, taguchi.

**SUMMARY.** Development of an optimized formulation of flaxseed (*Linum usitatissimum*) mousse. Taguchi method was applied to determine the maximum sensory quality of a functional flaxseed mousse desert ready to mix by minimizing the deviation from the target value. An orthogonal array (OA) experimental design that allows to analyze simultaneously the influence of four independent variables (thermic process; carrageen/gelatine ratio; grated cocconut/cocconut flavour ratio; whipping time) with three tolerance level each was applied to evaluate the effects of these control factors. Performance measure analysis were carried out using standard analysis to calculate average effects of factor levels and variance analysis, in order to determine the optimum levels and significant contribution of the control factors. To determine the optimum conditions, Taguchi's "the large the better" formula was used. These turn out to be thermic process,  $95^{\circ}\text{C}/90\text{s}$ ; carrageen/gelatine,  $0.54\text{g}/1.07\text{g}$ ; grated cocconut/ cocconut flavour,  $10.7\text{g}/4.23\text{g}$ ; whipping time, 8 min. Sensory quality was determined using the composite scoring test and a trained sensory panel of 12 judges. Chemical composition of optimized flaxseed mousse turn out to be protein, 20%; total dietary fibre, 18%; carbohydrates, 26.7%. Omega 6/omega 3 ratio of 0.4 was considered good. Amount of flaxseed in optimized flaxseed mousse was enough to satisfy the 30% of recommended dietary allowance of linolenic acid. Shelf life data showed a good stability for this product as well a good consumer acceptability.

**Key words:** Functional food, flaxseed, omega 3, optimization, taguchi.

### INTRODUCCION

La alimentación ha sido una de las necesidades y preocupaciones fundamentales del hombre. Antes se creía que era esencial sólo para la supervivencia al entregar los nutrientes y energía necesarios para mantener los procesos vitales, sin embargo, hoy impera el concepto de una alimentación saludable y equilibrada (1,2). En Chile a lo largo de los años ha ocurrido una transición en el cuadro epidemiológico, que claramente se ve influenciada por la globalización, cambios de hábitos alimentarios y actividad física que desarrollan los individuos, lo que ha traído consigo un incremento en la aparición incluso a edad temprana de enfermedades crónicas tales como cardiovasculares, diabetes, hipertensión, resistencia a la Insulina más obesidad, las que en conjunto son llamadas

actualmente como Síndrome Metabólico. Por ejemplo, las enfermedades cardiovasculares hoy en día causan un 30% de defunciones a nivel mundial (3). En Chile las condiciones no son muy distintas, aproximadamente el 55% de nuestra población adulta posee riesgo cardiovascular alto o muy alto; hipertensos, 33%; obesos 25% a 30% (4); diabéticos, 10%, con una disminución considerable en la esperanza y calidad de vida. (5)

En vista de esta realidad, la preocupación del consumidor se ha traducido en una mayor demanda por accesos a productos alimenticios más saludables y con ventajas superiores a los ya existentes. Actualmente, se está desarrollando a nivel industrial y en centros de investigación toda una generación de nuevos alimentos igualmente nutritivos y que además son beneficiosos para la salud llamados "alimentos funcionales"

(6-13), los que podrían definirse como: "cualquier alimento en forma natural o procesada que además de sus componentes nutritivos, incluyan principios activos propios o adicionados, que favorezcan la salud, capacidad física y estado mental de una persona

Uno de los problemas que presenta la dieta del chileno es su deficiente relación omega 6/omega3 cercana a 25/1, muy diferente a la relación 10/1 recomendada por FAO (14,15), resultado del elevado consumo de aceites vegetales ricos en omega 6. en desmedro de otras fuentes naturales como las marinas en las que predominan los ácidos grasos n-3 de cadena larga. Ante esta realidad sería conveniente incrementar su presencia en la dieta de recursos naturales entre los cuales destaca la linaza (*Linum usitatissimum*) que es considerada un alimento funcional (16), debido a que entre sus componentes figuran su contenido en fibra dietética total (28%) proteína (20%), aceite (41%) caracterizado por un interesante perfil de ácidos grasos polinsaturados en el cual predomina su elevado contenido en omega-3, cercano al 57%, omega 6, 16%; poli insaturados totales, 73%, saturados, 7%, monoinsaturados, 18% (17-19), superando largamente a otros aceites tales como soya, canola y maíz (20).

Vistos estos antecedentes, el objetivo de este trabajo consistió en optimizar una formulación de mousse de linaza (21), en polvo listo para preparar, con características de alimento funcional el cual contiene semilla de linaza molida en cantidad suficiente para satisfacer el 30% de los requerimientos dietarios de omega 3 (22). Se evaluará además las características químicas, físicas, estabilidad al almacenamiento en condiciones controladas de temperatura, así como su aceptabilidad a nivel de consumidores del mousse de linaza.

## MATERIALES Y METODOS

### Materias primas

Los ingredientes utilizados en la elaboración del mousse de linaza sabor a coco fueron albúmina en polvo; vit. D; carragenina tipo carragel GPS, coco rallado; saborizante de coco, espumante Lamequick CE 5557; gelatina sin sabor; semilla de linaza molida y cernida por tamiz N° 14 ASTM con tamaño de partícula inferior a 1.41mm; maltodextrina, leche descremada, preservante (sorbato de potasio) y sucralosa como edulcorante.

### Optimización de la formulación de mousse de linaza

Se utilizó la metodología Taguchi (23-26) que por su amplio campo de aplicación se adapta muy bien para obtener la mejor formulación del producto trabajando con varios factores de control en forma simultánea utilizando matrices ortogonales. En este estudio para optimizar la calidad sensorial del mousse de linaza con sabor a coco minimizando los efectos de ruido se aplicó el arreglo ortogonal  $L_9$ ,  $3^4$  donde el superíndice 4 corresponde a las variables independientes: pro-

ceso térmico (PT), relación peso/peso carragenina/gelatina (CG), relación peso/peso coco rallado/saborizante de coco (CcS) y tiempo de batido (TB), con 3 niveles de trabajo por cada factor de control (Tabla 1) y 9 representa las corridas experimentales que describen diferentes combinaciones de los factores de control tanto de proceso como de ingredientes (Tabla 2). Para observar el efecto de las condiciones no controladas en el experimento, cada corrida experimental fue replicada dos veces.

TABLA 1  
Variables independientes y niveles de trabajo

Factores de control	Niveles de trabajo		
	1(inferior)	2(central)	3(superior)
PT (temperatura/tiempo)	85°C/30 s	90°C/60 s	95°C/90 s
CG (g/g)	0.27/1.34	0.54/1.07	0.81 /0.81
CcS (g/g)	10.70/ 4.23	8.93/ 5.81	7.16/ 7.39
TB (minutos)	4	6	8

PT =Proceso térmico; CG =Relación gelatina/carragenina; CcS =Relación coco rallado/; Relación coco rallado/saborizante coco; TB =Tiempo batido

TABLA 2  
Respuestas de Calidad Sensorial y Señal/Ruido

P.diseño	PT	C/G	Cc/S	TB	CS	S/R
1	1	1	1	1	3.37*	10.55**
2	1	2	2	2	3.37	10.55
3	1	3	3	3	3.9	11.34
4	2	1	2	3	3.43	10.72
5	2	2	3	1	3.45	10.76
6	2	3	1	2	3.72	11.40
7	3	1	3	2	3.57	11.05
8	3	2	1	3	4.25	12.56
9	3	3	2	1	3.56	11.03

\*Rango de escala sensorial 1=Mala; 5= Muy buena; \*\*Valores logarítmicos

### Análisis sensorial

La Calidad sensorial de la formulación de mousse (CS) fue definida como la suma de las siguientes características: sabor, consistencia y aroma cada una con diferentes porcentaje de influencia en sesiones de "brain storming" por un panel de 12 jueces entrenados dando lugar a la siguiente relación

$$CS = 0.42 \times \text{sabor} + 0.23 \times \text{aroma} + 0.32 \times \text{textura}$$

Para la evaluación sensorial de las muestras, 40 gramos de cada una de las formulaciones experimentales en polvo se

disolvieron con leche descremada (0% materia grasa) hasta totalizar 100 g. Para su análisis se usó un panel entrenado de 12 jueces utilizando el test de puntaje compuesto (27) y una escala analítico descriptiva de cinco puntos donde 1= CS Mala; 5= CS Muy buena.

### Test hedónico

Con el objeto de conocer la opinión del consumidor con la finalidad de saber si el producto satisface las expectativas propuestas, se realizó un test hedónico (27) en una muestra de 100 individuos, hombres y mujeres entre los 10 y 40 años de edad. Al mismo tiempo se les consultó por su decisión de compra.

### Caracterización química y física

a) Análisis proximal. La formulación optimizada de mousse de linaza sabor coco así como la semilla de linaza fueron sometidas a una caracterización química proximal de acuerdo a los métodos estandarizados de la AOAC (28). El contenido energético se determinó utilizando los coeficientes de Atwater: 4 para hidratos de carbono y proteínas y 9 para lípidos. En cuanto a la determinación de fibra dietaria total se utilizó el método enzimático de Prosky et al. (29).

### Perfil de ácidos grasos poliinsaturados

Se analizó la composición de ácidos grasos poliinsaturados en el aceite de linaza extraído de la semilla mediante cromatografía gaseosa (GLC) con detector FID (30).

### Actividad de agua ( $a_w$ )

Para determinar la actividad de agua en la muestra de mousse en polvo se utilizó un higrómetro "Lufft" ( $a_w$  Wert-Messer).

### Ensayos de vida útil

Muestras de 100 g del producto en polvo fueron envasados en bolsas de polietileno de 0.3 mm de espesor y almacenadas a 13 y 25°C durante 90 días. Cada 15 días se extrajeron muestras para medir la variación de la concentración de peróxidos (meq/kg materia grasa) (31). Para los ensayos microbiológicos se utilizaron muestras de mousse reconstituidas en leche descremada dispuestas en vasos plásticos cubiertos con papel aluminio los cuales se almacenaron a temperatura de refrigeración (7°C) durante una semana. A intervalos de dos días se recolectaron muestras para determinar recuento de mesófilos aerobios según (32)

### Análisis estadístico

Los resultados experimentales del diseño de la formulación fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos a) magnitud de promedio de respuesta S/R por nivel de trabajo de cada factor, b) varianza para determinar la significancia de

las variables independientes sobre la respuesta, c) determinación de la ecuación teórica optimizada y e) validación de la respuesta teórica de CS elaborando una formulación de mousse de coco con los mejores niveles de trabajo de las variables independientes Para el análisis de los datos se utilizó el software Qualitek-4 (25).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados promedios de las repeticiones de la CS, expresados paralelamente como valores Señal/Ruido (S/R) para cada una de las nueve corridas experimentales de mousse de linaza sabor coco se presentan en la Tabla 2. En ella destaca el punto de diseño 8 con un valor de 4.25, equivalente a S/R 12.56, que corresponde a una calidad sensorial buena, valor obtenido con la combinación de niveles de trabajo 3 para PT y TB; y niveles 1 y 2 para CcS y CG respectivamente. En contraste, las calificaciones más bajas fueron para los puntos de diseño 1 y 2, ambas con un valor de 3.37 o 10.55, equivalente a "regular" en los cuales, para los factores de control se utilizaron únicamente los niveles de trabajo 1 y 2.

Tomando como base los valores promedios de cada uno de los niveles por factor de control que se presentan en la Tabla 2, se analizó la variación de la S/R por nivel de trabajo tal como se observa en la Figura 1. De esta manera, para los factores relacionados con la condiciones del proceso PT y TB, la S/R se hace mas robusta y consistente en forma directamente proporcional a los niveles de trabajo, produciéndose un mejoramiento de la calidad de la respuesta causado por una menor influencia de los factores de ruido. Distinto es el efecto de los factores CG y CcS. En el primero, se obtiene un máximo de S/R trabajando con el nivel 2 aunque inferior a los resultados de los otros factores, para luego disminuir ligeramente, mientras que para el factor CcS la tendencia de la calidad de la respuesta es inversamente proporcional. Resumiendo, se puede concluir que los niveles óptimos de trabajo de estas variables independientes son 3, 2, 1 y 3 para proceso térmico, relación carragenina/gelatina, relación coco rallado/saborizante y tiempo de batido, respectivamente. Estos resultados fueron confirmados con el análisis de varianza (Tabla 4) donde se demostró que la contribución a la respuesta de los factores tiempo de batido, proceso térmico y relación coco rallado/saborizante aromatzado fueron superiores a un 25%, en cambio el factor relación carragenina/gelatina totalizó solo un 16%. Cabe destacar además que todos los factores demostraron tener una influencia significativa sobre la calidad sensorial ( $p < 0.05$ ) aportando en conjunto el 97.7% de la respuesta.

TABLA 3  
Valores promedios de S/R por factor y nivel de trabajo

Factores de control	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>
PT	10.81	10.96	11.55
CG	10.77	11.29	11.25
CcS	11.50	10.77	11.05
TB	10.78	11.00	11.54

\* Niveles de trabajo.

PT =Proceso térmico; CG =Relación gelatina/carragenina; CcS =Relación coco rallado/saborizante coco; TB= Tiempo batido

TABLA 4  
Análisis de varianza de C.S del mousse de linaza

Fuente de variación	g l	S.C	Varianza	F <sub>exp</sub>	R <sup>2</sup> (%)
Proceso Térmico	2	0.368	0.17	42.00*	29.34
Carragenina/Gelatina	2	0.198	0.09	23.25*	15.79
Coco rallado/Saborizante	2	0.314	0.16	39.75*	25.04
Tiempo de batido	2	0.343	0.17	43.00*	27.35
Error	9	0.03	0.004		2.39
Total	17	1.254			

R<sup>2</sup> = 0,9752; F<sub>teórico</sub> = 4,26 (p<0,05); \* = significativo al p<0.05

La siguiente etapa consistió en determinar el valor teórico de optimización (v) de la CS que se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$v = T + (PT_3 - T) + (CG_2 - T) + (CS_1 - T) + (T_3 - TB)$$

$$v = 4,25 \pm 0.076^*$$

Donde: T = 3.60 y es el promedio total de las respuestas de las corridas experimentales. Los términos entre paréntesis corresponden a los factores de control incluyendo como subíndices los niveles óptimos de trabajo. El valor teórico optimizado de CS resultó ser 4.25, con un intervalo de confianza de 0.076. Con la finalidad de confirmar la respuesta teórica obtenida se elaboró una formulación de mousse de linaza combinando los mejores niveles de trabajo de los factores de control. El producto fue analizado sensorialmente obteniéndose un valor de CS = 4.31 el cual resultó ser ligeramente superior al teórico calculado. De esta manera se validó la experiencia. Basado en estos resultados la fórmula optimizada del postre con linaza se muestra en la Tabla 5.

TABLA 5  
Formulación optimizada de mousse de linaza en polvo sabor a coco

Ingrediente	g/100 g
Leche en polvo descremada	18.90
Lamequick (espumante)	18.04
Maltodextrina	12.56
Gelatina	1.07
Carragenina	0.53
Saborizante aromatizado coco	4.23
Sucralosa	0.26
Albúmina	9.58
Linaza molida	23.90
Sorbato de potasio	0.24
Coco rallado	10.69

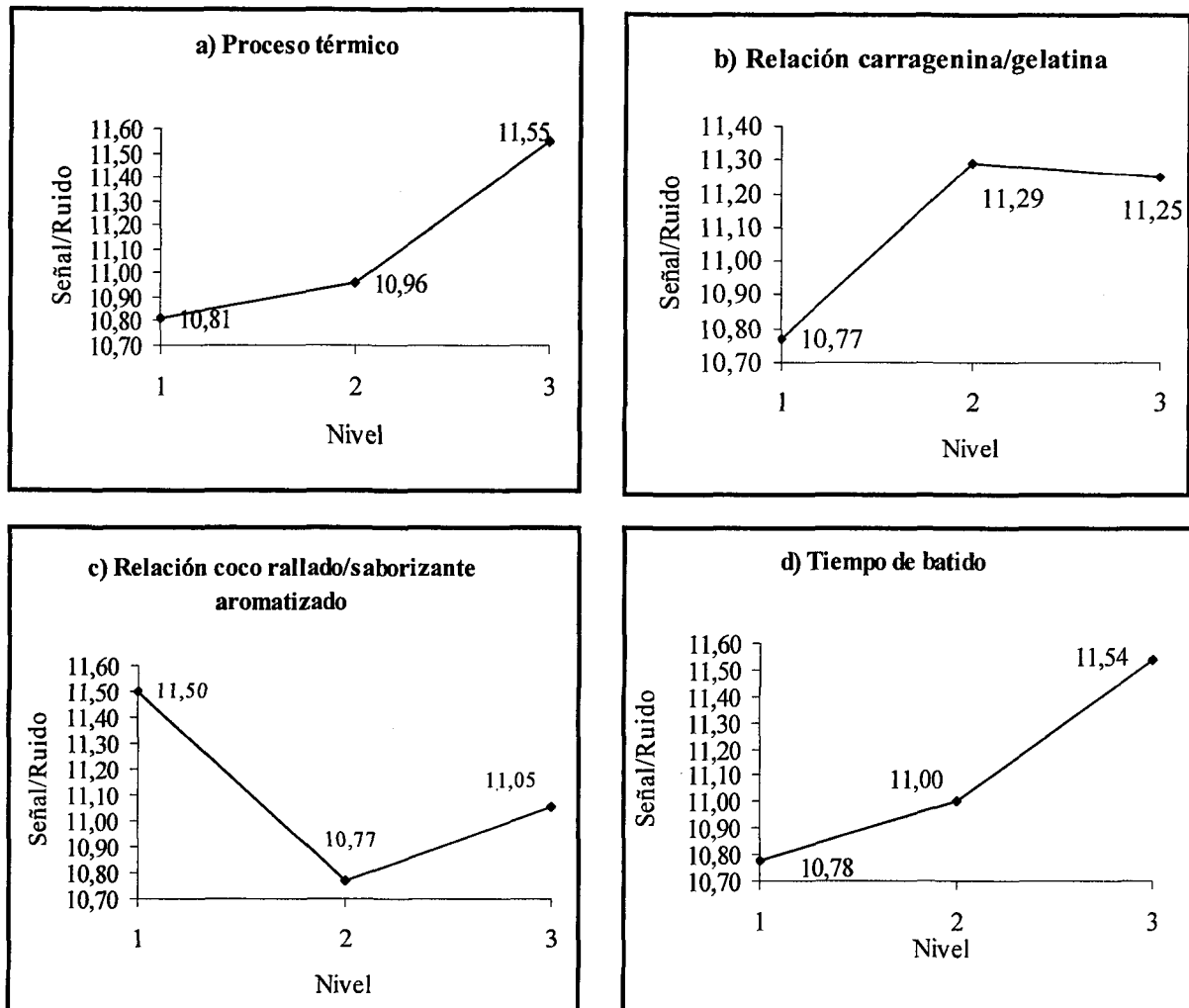
En la Tabla 6 se muestra la composición química del mousse optimizado de linaza. Como se aprecia, la formulación desarrollada en este estudio presentó una composición química en la que destacan el contenido de proteínas y lípidos cercanos al 20% y un porcentaje de fibra dietaria total de 18% debido a la inclusión de semilla de linaza en la formulación (ver Tabla 7). La importancia de ingerir fibra dietética responde al hecho que la fibra soluble e insoluble incrementa el bolo alimenticio lo que disminuye el tiempo de tránsito fecal ayudando a prevenir el estreñimiento, además reduce los niveles de glucosa en la sangre en los sujetos normales y diabéticos, disminuye la concentración de colesterol, reduce el valor calórico de los alimentos y previene la aparición del cáncer de colon (32-35).

TABLA 6  
Composición química del mousse de linaza sabor a coco

Componente	g/100g
Humedad	6.24
Proteínas	20.14*
Cenizas	9.00
Extracto etéreo	19.95
Fibra dietética total	18.00
Carbohidratos	26.67**
Kcal/100 g polvo	432.59

\* Nx6.25; \*\* Por diferencia

FIGURA 1  
Efecto de los factores de control sobre la S/R del mousse con linaza sabor coco



a) proceso térmico; b) Relación carragenina/gelatina; c) Relación coco rallado/saborizante coco; d) Tiempo de batido.

TABLA 7  
Análisis proximal de la semilla de linaza

Parámetros	g/100g
Humedad	8.03
Proteínas*	18.55
Cenizas	2.4
Lípidos	46.53
Fibra cruda	8.04
Carbohidratos**	15.91
Kcal	556.61

\* Nx6.25; \*\*Por diferencia

#### Análisis de la composición de ácidos grasos del aceite de linaza

La Tabla 8 muestra los resultados del perfil de ácidos grasos esenciales poliinsaturados del aceite de linaza. El contenido de ácidos grasos poliinsaturados totales presentes en la linaza fue un 64,15% desglosados como sigue: ácido linolénico (omega 3) 45,57% cifra destacable tomando en cuenta su origen y la necesidad de contar diariamente con este ácido graso esencial (22,37,38), y ácido linoleico (omega 6) 18,27%. De acuerdo con estos datos, la relación n-6/n-3 que muestra el aceite de linaza alcanzó un valor de 0.40, siendo que los valores recomendados fluctúan entre 4 a 10 (14,38). Si se considera que en la actualidad en algunas regiones del globo está relación supera con creces los valores reco-

mendados llegando incluso a niveles de 25/1 por malos hábitos dietarios la relación encontrada en el aceite de linaza es bastante interesante, pues se justifica la suplementación de ácido linolénico en forma indirecta por la inclusión de linaza en la formulación del mousse (Tabla 5) en cantidad tal para proveer el 30 % de la ingesta diaria recomendada tomando en cuenta.

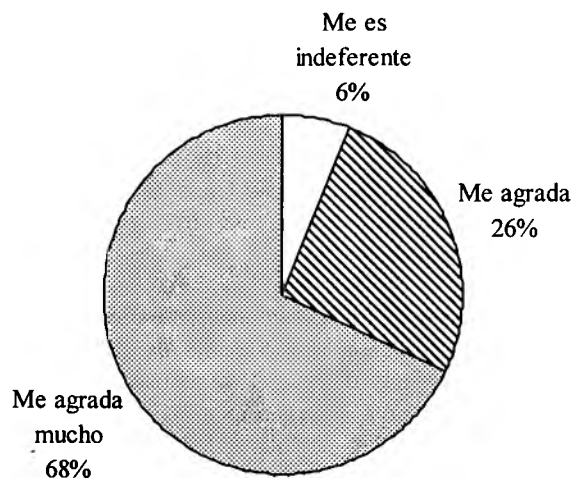
**TABLA 8**  
Composición de ácidos grasos poliinsaturados del aceite de linaza (g/100g)

C18:2 n-6 Ac. linoleico	18.27
C18:3 n-3 Ac. linolénico	45.57
Total de poliinsaturados	64.17
$\omega-6/\omega n-3$	0.40

En cuanto a la actividad de agua es un parámetro importante por su estrecha relación con la estabilidad de los alimentos durante su almacenamiento. El valor obtenido en este producto desarrollado fue de 0.56 lo que proporciona al producto una gran estabilidad frente a factores de deterioro principalmente reacciones enzimáticas y/o actividad microbiana, entre las cuales se encuentran las especies patógenas (1).

La fórmula optimizada fue sometida a un test de aceptabilidad hedónico. El 68% de los encuestados respondió que el postre “agradó mucho”, al 26% “agradó” y al 6% “le fue indiferente”. Al sumar los porcentajes que aprobaron el producto se obtuvo un 94%, destacándose el hecho que no se presentaron respuestas de rechazo. Además un 89% respondió que compraría el producto (Figura 2).

**FIGURA 2**  
Test de aceptabilidad del mousse de linaza sabor coco



### Ensayos de vida útil

Se analizó la influencia de dos variables, recuento de bacterias mesófilas y evolución de la concentración de peróxidos. En el primer caso el producto permaneció estable hasta el sexto día de almacenamiento a 7°C alcanzando  $1.64 \times 10^4$  ucf sin sobrepasar el límite de  $1 \times 10^5$  ucf establecido por el Reglamento Chileno Sanitario de los Alimentos (40).

En cuanto al índice de peróxidos el producto permaneció almacenado durante 90 días sin presentar síntomas de enranciamiento. Los valores obtenidos a 13°C y 25°C de 1.38 y 2.42 meq/K de aceite respectivamente fueron muy inferiores a los máximos recomendados por Schmidt Hebbel (30) de 5 meq/kg de aceite que corresponde a un aceite fresco

### CONCLUSIONES

- Se desarrolló una formulación funcional de mousse de óptima calidad sensorial considerando las características organolépticas aroma, sabor y consistencia. La cantidad de semilla de linaza incorporada a la formulación fue suficiente para cubrir el 30% de la ingesta diaria recomendada de ácido linolénico utilizando la metodología taguchi.
- En este estudio todos los factores seleccionados afectaron significativamente ( $p < 0,05$ ) la calidad sensorial del mousse de linaza sabor coco con una contribución total de 97%. La mejor combinación de niveles de trabajo para obtener una CS óptima fue: 3, 2, 1, 3 para proceso térmico, relación carragenina/gelatina, relación coco rallado/saborizante y tiempo de batido respectivamente
- Desde el punto de vista químico, el mousse de linaza sabor coco en polvo, presenta una composición proximal con: 6% de humedad, 20% de proteínas, 9% de cenizas, 20% de extracto etéreo, 18% de fibra dietaria total y un 26.7% de hidratos de carbono. El aporte calórico por cada 100 g de mousse en polvo fue 432 Kcal.
- La semilla de linaza utilizada en este experimento tiene un contenido importante de aceite que presenta una alta concentración de ácidos grasos poliinsaturados linoleico y linolénico, mostrando una relación de ácidos grasos omega-6/omega-3 de 0,40, característica que puede ser aprovechada para suplementar alimentos con bajo contenido en omega 3.
- Al analizar los resultados de las pruebas de almacenamiento del mousse de linaza se concluye que tanto la formulación en polvo como el reconstituido son productos estables, el primero al fenómeno de la rancidez y el segundo al crecimiento de microorganismos según las condiciones de almacenamiento impuestas en el ensayo.

## REFERENCIAS

1. Cheftel J, Cheftel H. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos, 2a Ed. 1992. Edit. Acribia. S.A. Zaragoza.
2. Romper A, Zacarías I, Olivares S, Hertrampf E. Evaluación de un programa de información en nutrición al consumidor. *Rev Chil Nutr.* 2003; 30(1):43-51.
3. WHO/FAO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series n° 916. Geneva. World Health Organization 2003.
4. Vío F. Prevención de la obesidad en Chile. *Rev Chil Nutr.* 2005; 32 (2): 80-87.
5. Instituto Nacional de Estadísticas. Encuesta Nacional de Salud. MINSAL. 2003.
6. Arai S. Studies on functional foods in Japan. State of the art. *Biosci. Biotech. Biochem.* 1996; 60(3): 9-15.
7. Hasler CM. Functional Foods: The role in disease prevention and health promotion. Scientific Status Summary. *Food Technol.* 1998; 52 (11): 63-70.
8. Robertfroid MR. Functional effects of food component in the gastrointestinal system. *Nut Rev.* 1996; 54 (11):38-42.
9. Silveira M, Montero S, Molina B. Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿Cerca o lejos?. *Rev. Esp. Salud Pública* 1996; 77: 317-331.
10. Ochoa M<sup>c</sup>, Lamas O, Martínez L, Marta A. Influencia de los ácidos grasos de la dieta en la función inmunológica. *Anal Real Acad Farm.* 2001; 67:1-16.
11. Vasconcellos JA. Alimentos Funcionales. Conceptos y beneficios para la salud, Food Science Department. Chapman University, Orange, California, USA 2000.
12. Araya H y Llut M. Alimentos funcionales y saludables. *Rev Chil Nutr.* 2000; 30(1): 8-14.
13. Kinsella E, Lokesh V. Dietary n-3 poly unsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular diseases; possible mechanism. *Am J Clin Nutr.* 1990; 52:1-28.
14. FAO. Fats and oils in human nutrition. FAO. Food and nutrition paper N°57, 1994.
15. Masson L, Mella M. Materias grasas de consumo habitual y potencial en Chile. Composición en ácidos grasos". Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Editorial Universitaria. 1985; 11-14. Santiago de Chile.
- 16.- Bender, D. Introducción a la Nutrición y el Metabolismo. Ed. Acribia. 1993. Zaragoza. S.A
17. Flax Council of Canada, (2001). "El lino canadiense". <http://www.flaxcouncil.ca>.
18. Bang H, Dyerberg. Home, N. The composition of skimo food in Northwestern Greenland. *Am J Clin.* 1980; 33: 2657-2661.
19. Valenzuela A. Alimentos enriquecidos, un desafío tecnológico. *Nutrición XXI* 2000; 2(5): 12-14.
20. Kratzer F H.: Vohra P. The use of flaxseed as a poultry feedstuff. University of California. 1966.
21. Chuaqui P, Wittig de Penna E, Villarroel M. Método de Taguchi para optimizar calidad de postres funcionales destinados al adulto mayor y estudio de prefactibilidad técnico – económica". *Rev Chil Nutr.* 2004; 31(2): 57-73.
22. Covarrubias ME, Ortega K. El rol de los omega 3 en la salud humana. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Centro de Extensión 2004; Revista 12: 9-14.
23. Introducción a la Ingeniería de Calidad. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, México. Edit. ASI Internacional. 1989.
24. Marfil RC. Método Taguchi, una herramienta para el mejoramiento de la calidad. *Tecnología de los Alimentos* 1991; 26(5), 14–33.
25. Roy R. Design of experiments using the Taguchi Approach. Edit. John Wiley-Sons 2001, New York; 95-110. USA.
26. Roy R. A primer on the Taguchi method. Society of manufacturing Engineer. Darbom 1990; 40-98. Michigan. USA.
27. Wittig E. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Talleres Gráficos USACH 1981; 66-75.
28. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists 16th ed. 1990. Washington DC.
29. Prosky L, Asp N, Schweizer T, Devires J, Furda I. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber and food products: Interlaboratory study. *JAOAC* 1988; 71(5):1017-1023.
30. Cantellops "The Association of Official Agricultural Chemists". Washington DC. 1999.
31. Schmidt-Hebbel H. Avances en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Editorial Salesiana, 1981. Santiago de Chile.
32. Instituto Salud Pública. Manual de técnicas microbiológicas para alimentos y aguas. Edit Andros 1998. Santiago, Chile.
33. Hesse JM. Application and usage of dietary fiber in the USA, *Food Ingredients.* 1994 (2):50-52.
34. Pak N. Fibra dietética. Concepto. Contenido en alimentos y consumo en Chile. *Rev Chil Nutr.* 1992. 20 (2):124-135.
35. Herrera I M, González EP, Romero JG. Fibra dietética soluble e insoluble y total en leguminosas crudas o cocida. *Arch Latinoamer Nutr.* 1998. 48 (2):179-192.
36. Wittig de Penna E, Villarroel M. Fibra dietética en Iberoamérica: tecnología y salud. Obtención, caracterización, efecto y aplicación en alimentos. Varela Editora y Librería Ltda. 2001; 245-254 .
37. Raper N.R. Fatty acids essential. *J Am. Colloid* 1992; 11:304-308.
38. Kristensen SD, Schmidt EB. Dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids and human platelet function. A review with particular emphasis on implication for cardiovascular diseases. *J Int Med.* 1989; 225:141-150.
39. Simopolous AP, Salem Jr. Workshop Statement on the essentiality of and Recommended Dietary intake for omega 6 y omega 3 fatty acids. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential fatty acids. 2000; 63(3): 119-121.
40. Nuevo Reglamento Sanitario de los Alimentos. Ministerio de Salud de Chile. Ediciones Publibey 2001. Santiago, Chile.

Recibido: 01-02-2006

Aceptado: 29-05-2006