

## Caracterización química y sensorial de biscochuelos enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el anciano

*Emma Wittig de Penna, Paula Avendaño, Delia Soto, Andrea Bunger*

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile- Santiago. Chile

**RESUMEN.** El presente estudio presenta el desarrollo de biscochuelos individuales enriquecidos con fibra dietética (mezcla de fibras de lupino y avena), vitaminas y minerales, dado que el consumo promedio diario en el adulto mayor alcanza sólo a 12 g. Cada unidad aporta 4,8 g de fibra dietética, y aproximadamente un 30% de la Ingesta Diaria Recomendada (IDR) de vitaminas (A, B1, B2, B6, B12, E, nicotinamida, ácido fólico) y 40% de la IDR de D3, un 16% la IDR de calcio, un 12% de la IDR de magnesio y un 3% de la IDR de zinc. En la formulación se adicionó povidona y sorbitol para mejorar las características de sabor y textura. La optimización se realizó aplicando la Metodología de Superficie de Respuesta, empleando un diseño experimental central compuesto rotacional 2<sup>2</sup>. Se elaboraron 13 diferentes formulaciones. Las variables independientes fueron la concentración de povidona (entre 1 y 40%) y la de sorbitol (entre 1 y 30%). La variable dependiente corresponde a la calidad sensorial (test de Karlsruhe). Los parámetros con mayor coeficiente de determinación fueron calidad total y textura (Statgraphics Plus 7.0), estableciéndose 11,5% de povidona y 4,4% de sorbitol. La calidad se controló mediante análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales, obteniendo un puntaje de 8,18 en calidad sensorial total. Los análisis restantes confirmaron su buena calidad y el aporte de fibra dietética, vitaminas y minerales. El estudio de aceptabilidad con 150 adultos alcanzó 100% en las categorías "me gusta" y "me gusta mucho" de la escala hedónica empleada. La vida útil se realizó en envases de polipropileno de 30 µm de espesor, correspondiendo a 13 días almacenado en condiciones ambientales (25° C y 55-60% HR).

**Palabras clave:** Productos dietéticos, alimentos funcionales, fibra dietética, adulto mayor.

**SUMMARY.** Chemical and sensory characterization of cakes enriched with dietary fiber and micronutrients for the elderly. This study presents the development of individual cakes enriched with dietary fiber (lupin and oat fiber), vitamins and minerals; as recent research has shown that the average daily dietary fibre intake of the elderly population in Chile is only 12 g. Each cake contains 4.8 g of dietary fibre and a 30% of the RDA of vitamins A, B1, B2, B6, B12, E, nicotinamide and folic acid, 40% of the RDA of vitamin D3, 15% of the RDA of calcium, 12% of the RDA of magnesium and 3% the RDA of zinc. Polydextrose and sorbitol were added to improve flavor and texture. Response Surface Methodology (RSM) was used for optimization, based on a two-variable composite design. Thirteen experimental runs were carried out, with polydextrose (1 to 40% based on flour content) and sorbitol (1 to 30% based on flour content) as independent variables. The response variable was sensory quality obtained by the Karlsruhe test. Sensory attributes of texture and overall quality showed a good fitting with high determination coefficients and were used for optimization. The optimized cake contained 11.5% polydextrose and 4.4% sorbitol (both based on flour content). Quality of the optimized product was controlled by means of physical, chemical, microbiological and sensory analyses. Overall sensory quality was 8,18 ("very good") and good quality and nutritive value were achieved. In an acceptance test carried out with 150 adults, 100% acceptability was obtained in the hedonic scale categories "like it" and "like it very much". A shelf life study performed with cakes packaged in polypropylene bags of 30 µm thickness indicated a shelf life of 13 days stored at room conditions (25°C and 55-60%RH.).

**Key words:** Dietary products, functional foods, dietary fiber, elderly.

### INTRODUCCION

La dieta tiene efectos a corto y largo plazo en la salud y es considerada como uno de los factores centrales en la prevención de enfermedades crónicas (1). En los últimos años ha habido cambios en los hábitos alimentarios de la población de Chile, las dietas tradicionales que eran ricas en cereales, leguminosas, frutas y verduras fueron reemplazadas por dietas en que predominan los alimentos de origen animal y alimentos procesados que traen como consecuencia no sólo

un aumento en el contenido de grasa, sino también una disminución importante en el consumo de fibra dietética (2).

La fibra dietética se define como los componentes resistentes a las enzimas digestivas del hombre y químicamente estarían representadas por la suma de todos los polisacáridos excepto almidón, más la lignina (3).

Es útil clasificar a los componentes de la fibra dietética de acuerdo a su solubilidad en agua, porque se asocia a determinados efectos fisiológicos. Los componentes insolubles están constituidos por celulosa, gran parte de las

hemicelulosas y lignina; en general producen mayor volumen fecal y aceleración del tiempo de tránsito intestinal. Los componentes solubles como pectinas, gomas, mucílagos, polisacáridos de algas, hemicelulosas y celulosa modificada, tienen efecto hipocolesterolémico ya que retardan la absorción de la glucosa (3).

La ingestión óptima de fibra recomendada (RDA) está entre 20 y 35 g por día, o de 10 y 13 g /1000 Kcal para el adulto normal. Para niños y ancianos es necesario considerar factores adicionales como sus requerimientos nutricionales individuales, actividad física, patologías etc (3,4).

En Chile se ha demostrado que la dieta de los ancianos tiene un bajo contenido de fibra, con cifras promedio de 12 g por día (4). El organismo humano logra adaptarse con el tiempo a un régimen alto en fibra y, una vez alcanzada esta adaptación, la biodisponibilidad de vitaminas y minerales no se vería afectada (5).

Debido a los beneficios del mayor consumo de fibra y en busca de mejorar el estado nutricional y por ende la calidad de vida del adulto mayor, se gestó la idea de desarrollar biscochuelos individuales enriquecidos con fibra dietética. Este producto por estar dirigido específicamente al adulto mayor debe cumplir ciertos requisitos dados por las características de este grupo de edad. El producto además de aportar fibra dietética está enriquecido con vitaminas y minerales para así compensar en un principio el efecto adverso de la fibra sobre la biodisponibilidad de micronutrientes.

## MATERIAL Y METODOS

### Caracterización de las materias primas

Se realizaron por triplicado las determinaciones físicas, químicas y microbiológicas a las siguientes materias primas: harina pastelera, harina integral de avena, harina de fibra de lupino, leche semi descremada y huevos. Los métodos empleados se presentan en la Tabla 1.

### Vitaminas y minerales

Las vitaminas tienen calidad certificada (Roche SA División Vitaminas, Chile). Se adicionaron en forma de premezcla, calculada para que cada unidad tenga un 30% de las vitaminas y un 15% de los minerales según los requerimientos diarios recomendados (RDA) para micro y macronutrientes de adultos mayores de 51 años y más de edad (10). La composición de la premezcla se presenta en la Tabla 2.

### Elaboración de las formulaciones

Luego de ensayar diferentes formulaciones de la literatura (11,12) se seleccionó la formulación base que se presenta en la Tabla 3, de acuerdo a las siguientes características: excelente calidad, textura suave y blanda, bajo costo y facilidad de elaboración. Esta formulación se usó de base

para elaborar el producto diseñado para el adulto mayor, introduciéndose modificaciones en su composición. Se estableció la incorporación de 5 g de fibra dietética por unidad de 60g, aportada por una mezcla de partes iguales de harina integral de avena (AVELUP, Chile) y harina de fibra de lupino (VITAFIBER<sup>™</sup>).

Al incorporar fibra a la formulación, se modificó la textura. Fue necesario emplear aditivos como polidextrosa y sorbitol, para mejorar la calidad del producto final (13).

TABLA 1

Métodos analíticos empleados en la caracterización de las materias primas y el análisis del biscochuelo optimizado

Determinación	Método empleado	Referencia bibliográfica
Análisis físico-químicos		
Humedad	AOAC, 1990	(20)
Lípidos	AOAC, 1990	(20)
Materia grasa	Método de Gerber, AOAC, 1990	(20)
Proteínas	AOAC, 1990	(20)
Extracto no nitrogenado	Por diferencia	(23)
Cenizas totales	AOAC, 1990	(20)
Granulometría	Lachman et al., 1986	(6)
Fibra dietética total	AOAC, 1990	(20)
Fibra dietética soluble	Asp	(7)
Fibra dietética insoluble	Asp	(7)
Análisis microbiológicos		
Recuento de enterobacterias	FDA, 1978	(24)
Recuento de hongos y levaduras	FDA, 1978	(24)
Investigación de presencia de <i>Salmonella</i>	INN, 1977	(9)
Recuento de microorganismos mesófilos viables	INN, 1976	(8)
Evaluación sensorial		
Calidad por parámetro y total	Método de Karlsruhe	(17) (18)
Aceptabilidad	Escala hedónica	(16)
Perfil de textura	Método de Szczesniak	(16)(26)
Olores y sabores extraños	Norma ASTM	(27)

### Optimización de la formulación

Con el fin de optimizar la calidad se ensayaron diferentes concentraciones de polidextrosa y sorbitol, usando la Metodología de Superficie de Respuesta (MSR) (14). Se eligió un diseño rotacional central compuesto ( $2^2 + \alpha$ ) para 2 variables con 2 niveles (15). Las variables independientes fueron polidextrosa ( $x_1$ , fluctuando entre 1 y 40%) y sorbitol ( $x_2$ , entre 1 y 30%) y las variables dependientes fueron las respuestas obtenidas por evaluación sensorial de los atributos (parámetros): color de corteza y de miga, forma, olor, sabor, textura y calidad total. Se trabajó con un panel de 10 jueces altamente entrenados (16) que demostraron veracidad y confiabilidad en sus juicios ( $p \leq 0,05$ ). Se empleó el test descriptivo por parámetros con escala estructurada de Karlsruhe de 9 puntos, en que 1= pésimo y 9= excelente (17,18). La calidad total se obtuvo de la sumatoria de los parámetros ponderados: color de corteza y color de miga

0,15 cada uno, forma y olor 0,10 cada uno, sabor 0,20 y textura 0,30. El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa Statgraphics Plus 4.0 (19).

**TABLA 2**  
Premezclas de vitaminas y de minerales adicionados a la formulaciones de biscochuelos

Vitaminas/ minerales	IDR* (51 años y más)	Presentación comercial	mg presentación comercial
A	1,000	Vit A palmitato 250 cws	5,200
B1	1,200	Tiamina mononitrato	0,454
B2	1,400	Riboflavina USP	0,546
B6	2,000	Piridoxina clorhidrato	1,025
B9	0,200	Acido fólico	0,093
B12	0,002	Cianocobalamina 0,1 ws	0,840
D3	0,005	Vitamina D3 100 cws	0,803
E	10,000	Tocoferol 50% cws	7,800
PP	15,000	Nicotinamida	5,400
Excipiente		Fructosa	77,840
Calcio	800	CaHPO <sub>4</sub>	399,6
Magnesio	350	MgO	181,1
Zinc	15	ZnSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	9,8

\* mg por día IDR = NAS (10)

**TABLA 3**  
Composición de la formulación base del biscochuelo

Materias primas	Formulación (%)	Formulación (%) Base 100% harina
Manteca vegetal	13,2	55,9
Sacarosa	18,7	79,4
Ovoalbúmina	22,1	94,1
Yema de huevo	0,2	2,65
Harina pastelería	23,6	100,0
Leche fluída 15% materia grasa.	15,2	64,7
Agua	6,0	12,0
Polvos de hornear	0,7	2,8
Esencia de almendras	0,3	1,2

### Controles del producto optimizado

En la Tabla 1 se presentan los métodos empleados en los análisis que a continuación se detallan: **Análisis físicos** (peso promedio de los productos individuales, A<sub>w</sub> (higrómetro Novasina), humedad (a 105°C), **Análisis químicos** (métodos oficiales de AOAC (20) para proteínas por Kjeldahl, lípidos, cenizas, fibra dietética total (8), vitaminas A, E, D3, B1 y B2 por HPLC (); PP y B6 por métodos microbiológicos (21, 22). Ca, Mg y Zn por espectrofotometría de absorción atómica y valor energético calculado a partir de la composición química según Weende utilizando los coeficientes de Atwater (23). Los **análisis microbiológicos** se limitaron a la determinación de hongos (24) según planes de muestreo oficiales (25). La evaluación sensorial de los parámetros de calidad se realizó

con un panel altamente entrenado (16), empleando la Escala de Karlsruhe (17,18) a partir de la cual se diseñó la escala específica para biscochuelos con fibra de avena y lupino que se presenta en la Tabla 4. La calidad total se calculó según se señaló en el punto anterior.

### Aceptabilidad

Se realizó con dos grupos de consumidores, los que recibieron el producto y registraron individualmente su repuesta usando una escala hedónica estructurada de 5 puntos (16). La muestra de adultos fue de 150 personas: 50 adultos jóvenes (30-59 años) que vivían en sus propios domicilios y 100 adultos mayores (60 y más años de edad) residentes en Hogares de la Región Metropolitana. Estos hogares corresponden a centros de atención cerrada localizados en comunas de la zona oriente de Santiago: Las Condes y Ñuñoa.

### Perfil de textura

Se hizo con el fin de determinar la variación producida en los diferentes componentes de la textura al adicionar fibra dietética. La metodología propuesta por Szczesniak, evalúa la intensidad de los parámetros sensoriales en tres fases: inicial, masticatoria y residual (26). Se trabajó con un panel altamente entrenado (16). Los resultados se expresaron en porcentaje.

### Estudio de vida útil

Se elaboró una partida del producto optimizado suficiente para cubrir el programa de controles programado para 30 días. Los productos se envasaron individualmente en envases de polipropileno de 30 micrones de espesor y se almacenaron en condiciones ambientales (20-25° C y 55-60% HR).

Se realizaron los siguientes controles al tiempo cero y a los 5, 11, 14 y 19 días:

Controles físicos (pérdida de peso en el tiempo), controles microbiológicos (recuento de hongos según FDA) (24), evaluación sensorial (calidad sensorial y aparición de olores y/o sabores extraños, según ASTM (27)) y perfil de textura (16,26).

Se ajustó a un modelo matemático la cinética de deterioro de la textura que resultó ser el más vulnerable al almacenamiento en las condiciones señaladas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Caracterización de las materias primas

En la Tabla 5 se presentan los resultados de los análisis físicoquímicos y microbiológicos realizados a las diferentes materias primas. Como puede observarse la harina de avena proporciona sólo un 14% de fibra dietética, en cambio la harina de lupino Vitafiber aporta un 84% de fibra dietética total, por lo que al usar una mezcla de ambas se puede alcanzar la dosificación programada. La granulometría de

**TABLA 4**  
Escala de Karlsruhe para evaluar calidad de biscochuelos con fibra de avena y lupino

Criterio	Calidad Grado 1: Características Típicas			Calidad Grado 2: Deterioro Tolerable			Calidad Grado 3: Deterioro Indeseable		
	Excelente 9	Muy Buena 8	Buena 7	Satisfactoria 6	Regular 5	Suficiente 4	Defectuosa 3	Mala 2	Muy Mala 1
<b>Color</b>	Extremadamente natural, típico. muy agradable. homogéneo	Muy natural, típico, agradable, algunas zonas de color levemente diferente, algo tostado, algo pálido.	Natural, típico, algo pálido u oscuro. Coloración desuniforme en la unidad o entre las unidades. No es desagradable.	Ligeramente alterado, pálido, quemado, tostado, levemente disparejo. Algo artificial.	Alterado, color muy claro, muy oscuro. muy amarillo, descolorido entre unidades o dentro de éstas. Artificial.	Algunas manchas de otro tono. No es desagradable. Muy tostado. Desequilibrado.	Muy desuniforme, atípico. con algunas zonas quemadas, desagradable.	Atípico, desuniforme, muy quemado, muy desagradable.	Color totalmente alterado. inaceptable.
<b>Forma</b>	Bien lograda, perfecta. bordes precisos. superficie uniforme. regular y lisa. Miga con tamaño de poro muy homogéneo. Muy atractiva.	Bordes levemente modificados, agradable, superficie regular. Miga con tamaño de poro homogéneo. Atractiva.	Bien conservada, no desmigajada ni agrietada. Aún agradable. Superficie lgeramente regular. Tamaño de poro levemente irregular.	Aun conservada, ligeramente modificada por algunas grietas suaves. Tamaño de poro algo irregular.	Algo alterada, algo hundida, asimétrica. bordes irregulares, grano desuniforme con huecos escasos.	Muy hundido y agrietado. Muchas unidades con bordes irregulares. Algunos huecos. No es desagradable.	Desagradable, hundida o agrietada, bordes muy irregulares. Bastantes huecos de diferente tamaño.	Muy alterada, despedazada. Se desmigaja visiblemente.	Completamente alterada.
<b>Olor</b>	Muy específico, armónico, agradable, equilibrado.	Típico, agradable, equilibrado, armónico, específico, natural.	Específico, bueno, algo suave, algo intenso, natural, equilibrado.	Muy levemente perjudicado, normal, por ej. Ligeramente plano, no redondeado, algo artificial, levemente desequilibrado.	Algo perjudicado, algo desequilibrado, algo plano.	Daño todavía aceptable. por ej. Perfumado, artificial, graso.	Claramente dañado, por ej. Perfumado, insípido, algo añejo, algo rancio.	Muy alterado, desagradable, todavía no repulsivo, rancio.	Extraño, desagradable francamente deteriorado.
<b>Sabor</b>	Específico, armónico, muy agradable, equilibrado, muy típico, muy natural.	Agradable, muy bueno, bastante típico, bastante natural.	Algo suave o intenso, bueno, típico, natural.	Levemente perjudicado, plano, algo artificial, amargo. Levemente bajo o sobre el sabor normal.	Aceptable, aromatizado. Artificial, graso, algo amargo. Dulzor bajo o sobre lo normal. No tan típico.	Aún aceptable, muy aromatizado. horneado, amargo o insípido, deficiente, muy dulce, Rancio, algo añejo, levemente desequilibrado.	Alterado, no típico, disminuido, rancio, amargo, crudo, añejo, dañado.	Completamente alterado, desagradable, muy amargo, rancio, aún no repulsivo.	Franca- mente deteriorado.. repulsivo
<b>Textura</b>	Excepcionalmente buena, muy típica. muy fresca, muy tierna, esponjosa, grasitud equilibrada, muy suave. Leves residuos.	Muy buena, típica, por ej. Esponjosa, firme, tierna, fresca, suave, grasitud buena. Deja algo de residuos.	Buena, típica. en general esponjosa, algo grasosa al tacto, suave. Deja residuos en regular cantidad.	Levemente alterada, algo seca, grasosa al tacto y algo al degustar. Poco suave. Deja muchos residuos.	Levemente alterada, algo ligosa, muy blanda, muy dura, algo apelmazada, grasosa al tacto y al degustar, algo áspera. Residuo desagradable.	Algo alterada, algo reblandecida, ligosa, algo pegajosa, seca, muy grasosa, áspera.	Claramente alterada, modificada (resistente, pegajosa, muy blanda, muy dura, apelmazada, reseca, intensamente grasosa).	Desagradable- mente modificada por ej. Intensamente dura o blanda, muy, apelmazada muy intensa- mente grasosa.	Franca- mente deteriorada. Desagradable- mente grasosa.

ambos ingredientes es la apropiada para productos de horneado y conferirles la textura apropiada.

**Elaboración de las formulaciones**

El proceso de elaboración empleado se resume en el diagrama de bloques en el que se incluyen las especificaciones de las variables para las diferentes etapas (Figura 1). Este proceso realizado en la Planta Piloto tiene un rendimiento del 84%.

**Optimización de la formulación**

Al aplicar el diseño experimental rotacional compuesto  $2^k + \alpha$  se programaron en total los 13 experimentos que se presentan en la Tabla 6. La ecuación que representa este modelo es:

$$Y = B_0 + B_1 x_1 + B_2 x_2 + B_{11} x_1^2 + B_{22} x_2^2 + B_{12} x_1 x_2$$

Siendo  $B_0$ ,  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_{11}$ ,  $B_{22}$  y  $B_{12}$  los coeficientes de regresión respectivos.

Se determinaron los niveles de las variables independientes (Tabla 6) con un panel sensorial altamente entrenado. Se calcularon los coeficientes de determinación, seleccionándose los de textura y calidad total que alcanzaron valores superiores a 0,9. Las ecuaciones correspondientes fueron:

Calidad total =  $-0,53x_1 - 0,37x_2 - 0,24x_1^2 - 0,14x_2^2 + 0,125x_1x_2 + 7,72$   
 Textura =  $-0,58x_1 - 0,43x_2 - 0,48x_1^2 - 0,25x_2^2 + 0,05x_1x_2 + 7,72$

TABLA 5  
Caracterización de las materias primas

Determinaciones	Harina trigo	Harina avena	Harina fibra de lupino	Leche	Huevos	Sacarosa
Proteínas (%)	7,8*	9,9**	3,6***	3,2****	13,5	0,0
Humedad (%)	13,2	2,7	7,6	89,6	71,6	0,47
Cenizas totales (%)	0,5	1,9	2,1	0,75	0,9	0,03
Lípidos (%)	2,8	6,3	0,0	1,5	10,0	0,0
Fibra dietética total (%)	0,4	10,0	84,5	0,0	0,0	0,0
Extracto no nitrogenado %	75,3	69,2	1,6	-	4,0	99,5
Tamaño de partícula	143,7 µ	173 µ	188 µ	-	-	-
Recuento total (ufc/ml)	-	-	-	< 1	< 10	< 10
Enterobacterias	< 10/g	< 10/g	< 10	-	-	-
Salmonela	Ausencia	Ausencia	Ausencia	-	Ausencia	-
Hongos y levaduras	< 10 ufc/g	1 x 10 ufc/g	2 x 10 ufc/g	-	-	-

\* N x 5,7    \*\*N x 5,83    \*\*\* N x 6,31    \*\*\*\* N x 6,34

- = no se realizó

TABLA 6  
Variables dependientes e independientes del diseño utilizando el método de Karlsruhe

Variables independientes		Puntaje de las variables dependientes *						
X1	X2	Color corteza	Color miga	Forma	Olor	Sabor	Textura	Calidad total
Polidextrosa(%)	Sorbitol(%)	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE	X ± DE
20,5	30,0	7,6 ± 1,04	7,4 ± 0,99	7,2 ± 1,06	7,5 ± 1,00	7,0 ± 1,01	6,5 ± 1,09	7,1 ± 0,88
34,3	2,5	7,5 ± 0,79	7,4 ± 1,05	7,7 ± 1,03	7,4 ± 0,76	6,4 ± 0,96	6,6 ± 1,24	7,0 ± 1,03
1,00	14,5	8,2 ± 1,02	8,1 ± 1,03	8,2 ± 0,73	8,0 ± 0,53	6,4 ± 1,05	7,7 ± 0,39	8,1 ± 1,10
20,5	14,5	7,5 ± 1,78	7,3 ± 1,05	7,7 ± 0,99	7,8 ± 0,93	7,5 ± 1,21	8,0 ± 0,45	7,6 ± 0,78
34,3	26,5	7,0 ± 1,58	7,1 ± 0,89	6,2 ± 1,18	6,8 ± 1,04	6,0 ± 0,84	6,1 ± 1,02	6,4 ± 1,06
20,5	14,5	7,8 ± 1,21	7,6 ± 0,56	7,6 ± 0,99	7,9 ± 0,94	8,0 ± 1,10	7,5 ± 0,55	7,7 ± 1,08
40,0	14,5	7,2 ± 0,95	7,2 ± 0,92	6,7 ± 1,21	6,9 ± 1,02	6,4 ± 1,20	6,0 ± 1,20	6,6 ± 1,03
20,5	14,5	7,8 ± 1,05	7,8 ± 0,79	7,6 ± 0,95	7,6 ± 1,09	7,7 ± 1,09	8,1 ± 0,67	7,8 ± 1,07
20,5	14,5	8,0 ± 1,01	7,8 ± 0,35	7,8 ± 1,10	7,9 ± 0,67	8,2 ± 1,04	7,6 ± 0,85	7,9 ± 0,98
20,5	14,5	8,2 ± 0,99	7,9 ± 0,99	8,0 ± 1,07	7,9 ± 0,83	7,0 ± 1,03	7,4 ± 0,56	7,6 ± 1,45
6,7	35,0	8,5 ± 0,78	8,3 ± 1,01	8,6 ± 0,99	8,5 ± 0,34	8,6 ± 0,98	7,8 ± 0,83	8,3 ± 0,57
20,5	1,00	7,9 ± 1,07	7,7 ± 1,08	8,1 ± 1,10	7,8 ± 0,68	8,3 ± 1,07	8,1 ± 0,78	8,0 ± 0,78
6,7	25,5	7,5 ± 1,04	7,3 ± 1,01	7,3 ± 1,00	7,4 ± 1,03	7,0 ± 0,76	7,1 ± 1,10	7,2 ± 1,10

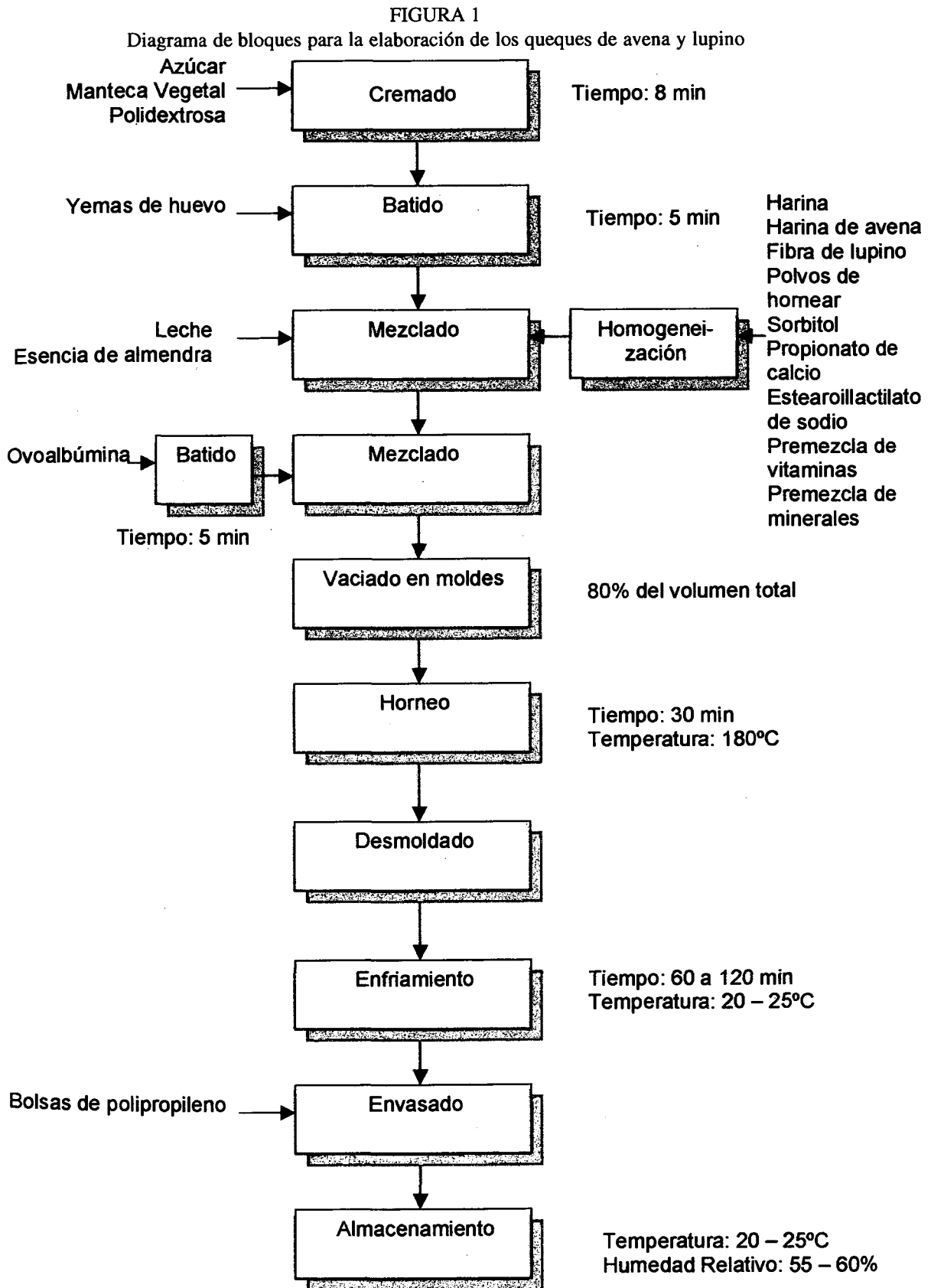
Escala 1= muy mala a 9 = excelente

Con las ecuaciones obtenidas se graficaron las superficies de respuesta correspondientes para textura y para calidad total (Gráficos 1 y 2, respectivamente) en que aparecen las variables codificadas que se transforman a variables naturales. Se observa que al reemplazar el punto máximo de textura (-0,65/-0,925) en la ecuación de calidad total, se obtiene un puntaje de 8,3 lo que corresponde a calidad "muy buena" a "excelente", o sea, un biscochuelo de características típicas, de Grado 1. Este punto corresponde a la formulación con 11,5% de polidextrosa y 4,4% de sorbitol (base 100% harina). La formulación optimizada se presenta en la Tabla 7.

#### Evaluación del producto optimizado

Los resultados de los análisis realizados al producto optimizado de 60 g cada uno, se presentan en la Tabla 8.

Los recomendaciones de energía para el adulto mayor varían entre 2250 para el hombre Y 2000 Kcal/día para la mujer (1) El biscochuelo aporta 200 Kcal lo que equivale a un 9,3% del requerimiento calórico para el hombre y un 10,5% del requerimiento para la mujer. Como se observa cada unidad entrega 4,8 g de fibra dietética, lo cual está muy cercano a los 5 g propuestos en los objetivos. Respecto a los



aportes de vitaminas estos fluctúan entre 27 y 33% (vitaminas E y B2, respectivamente). El aporte de D3 fue de 40% del IDR. Con respecto a minerales, cada unidad aporta 16% de calcio, 12% de magnesio y sólo 3% de zinc, por lo que se debería sobre dosificar este último, ya que es probable que las temperaturas empleadas en el proceso destruyan parcialmente la sal usada. Se recomienda mejorar la incorporación y homogeneización de ambas premezclas en la masa, con el fin de obtener una distribución uniforme, lo cual es más factible de obtener al elaborar industrialmente mayores volúmenes de producto.

GRAFICO 1  
Superficie de respuestas de textura

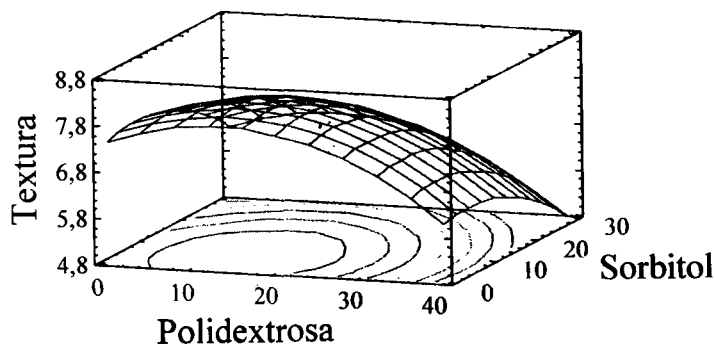
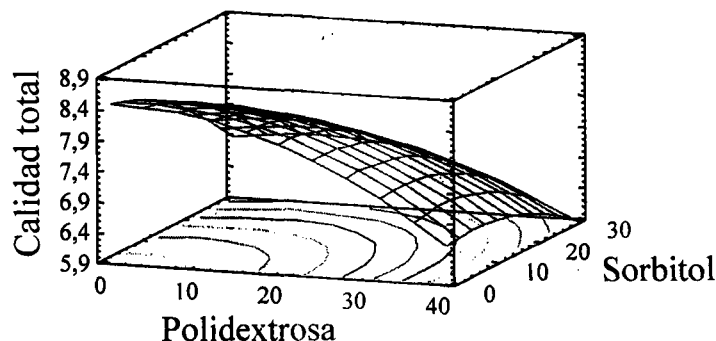


GRAFICO 2  
Superficie de respuestas de calidad total



Los recuentos de hongos están por debajo de la sensibilidad del método empleado y reflejan el efecto del tratamiento térmico durante el horneado y además, una adecuada manipulación en las etapas posteriores a éste, durante el enfriamiento y envasado.

El producto optimizado tiene una calidad sensorial grado 1, según la Escala de Karlsruhe, con características típicas para todos los atributos (Tabla 8) lo cual constituyó una de las metas del estudio. Esto significa que el consumidor recibirá un producto de tan buena calidad sensorial como el normal y con la ventaja de estar ingiriendo la fibra dietética, vitaminas y minerales que su organismo necesita.

TABLA 7  
Formulación optimizada de biscochuelo enriquecido con fibra dietética y micronutrientes

Materias primas	Formulación (%)	Formulación (%) Base 100% harina
Manteca vegetal Manvetal (COPRONA)	10,35	125,33
Sacarosa (IANSA)	16,75	202,83
Ovoalbúmina (CODIPRA)	22,03	266,67
Yema de huevo (CODIPRA)	6,20	75,00
Harina pastelera (LUCCHETTI)	8,26	100,00
Harina de avena (AVELUP)	7,57	91,67
Fibra de lupino Vitafiver <sup>MR</sup> (AVELUP)	7,57	91,67
Leche fluida 15% materia grasa (LONCOLECHE)	15,14	183,33
Polvos de horneado IMPERIAL)	0,66	8,0
Esencia de almendras (Haarmann & Reimer)	0,27	3,33
Estearoil lactilato de sodio (CRAMER)	0,10	1,16
Propionato de calcio (CRAMER)	0,14	1,67
Polidextrosa LITÉSSE (Pfeizer)	1,63	31,83
Sorbitol cristalizado (Merck)	1,38	16,67
Pre mezcla de vitaminas (ROCHE)	0,14	1,67
Pre mezcla de minerales (Merck)	0,81	9,83

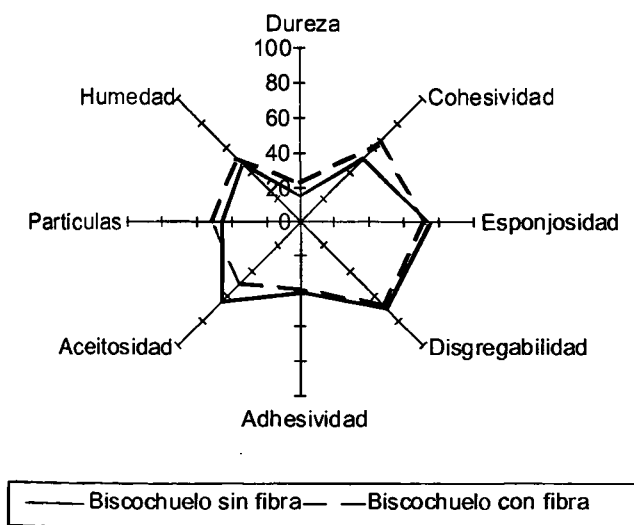
TABLA 8  
Análisis del biscochuelo optimizado

Tipo de análisis	Unidad de 60g
<b>Análisis físicos</b>	
Peso promedio (g/ unidad)	60 ± 1,37
Actividad de agua	0,91 ± 0,96
Humedad (%)	28,5 ± 0,05
<b>Análisis químicos (%)</b>	
Proteínas (N x 6,25)	7,0 ± 1,09
Lípidos	18,4 ± 1,32
Cenizas totales	1,8 ± 1,65
Extracto no nitrogenado (ENN)	30,4 ± 1,67
Fibra dietética total	4,81 ± 1,05
Fibra dietética soluble	0,89 ± 0,01
Fibra dietética insoluble	3,92 ± 0,74
Aporte energético (Kcal)	209 ± 1,89
<b>Vitaminas y Minerales (mg)</b>	
Vitamina A	0,38 ± 0,52
Tiamina	0,33 ± 0,03
Riboflavina	0,46 ± 0,02
Piridoxina	0,62 ± 0,01
Calciferol	0,002 ± 0,0
Tocoferol	2,74 ± 0,01
Nicotinamida	4,36 ± 0,06
Calcio	126 ± 1,02
Magnesio	42 ± 0,78
Zinc	0,354 ± 0,012
<b>Evaluación Sensorial</b>	
Color corteza	8,2 ± 1,02
Color miga	8,0 ± 1,07
Forma	8,0 ± 1,21
Olor	9,0 ± 0,98
Sabor	8,3 ± 0,67
Textura	8,3 ± 0,73
Calidad Total	8,18 ± 1,02

**Perfil de textura**

Los resultados de las evaluaciones de los perfiles de textura del producto sin fibra (formulación base) y del producto con fibra optimizado se presentan en el Gráfico 3. Se observa que el producto con fibra resultó algo más duro y cohesivo, menos aceitoso y dejó partículas adheridas en la cavidad bucal. La disgregabilidad, la adhesividad y la esponjosidad en cambio se mantuvieron muy similares, lo cual es muy importante si se considera que los consumidores potenciales del producto son adultos mayores que generalmente tienen problemas de prótesis dentales defectuosas o con mal ajuste, además de mayor sequedad en la cavidad bucal. La humedad es algo mayor en el producto con fibra, lo que indicaría que los ingredientes adicionados estarían cumpliendo su funcionalidad humectante y de incorporar aire al producto.

GRAFICO 3  
Perfil de textura de biscochuelos con y sin fibra



**Aceptabilidad**

En los Gráficos 4a) y 4b) se presentan los resultados de la aceptabilidad obtenida con adultos mayores y adultos jóvenes, respectivamente. Se observa que en ambos grupos tuvo muy buena aceptabilidad, no presentando indiferencia ni rechazo. Al aplicar la prueba de Student para establecer si son significativas las diferencias entre estos valores de aceptabilidad, no se obtuvo diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

**Estudio de vida útil**

En la Tabla 9 se presentan los resultados de los análisis realizados durante el almacenamiento del producto terminado. Las variaciones de peso fueron mínimas, lo que indicaría que tanto los ingredientes alternativos usados, como el envase elegido, cumplieron adecuadamente su función.

GRAFICO 4

Aceptabilidad del producto optimizado empleando escala hedónica (1-5)

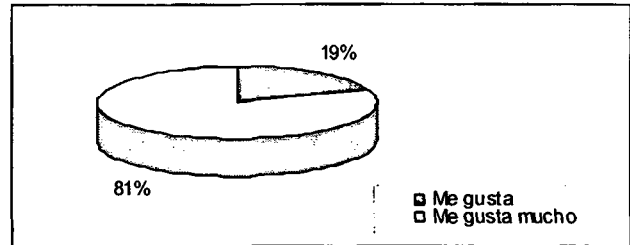


GRAFICO 4a: Aceptabilidad en adultos mayores

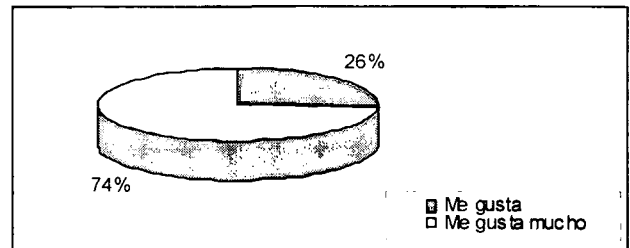


GRAFICO 4b: Aceptabilidad en adultos jóvenes

Los análisis microbiológicos indican que durante los 19 días el producto mantuvo su buena calidad sanitaria.

Los resultados sensoriales señalan que la calidad total se mantiene hasta el día 10 dentro de las características típicas, para continuar deteriorándose hasta llegar a una calidad satisfactoria a los 19 días, en que alcanza un deterioro tolerable (grado 2). La textura fue la característica limitante en este estudio ya que su calidad disminuyó más rápidamente que el resto de los parámetros alcanzando hasta el límite (5,5). Este valor límite ha sido propuesto en la escala de Karlsruhe para definir la calidad comercial, considerando que los productos no son consumidos inmediatamente de haber sido comprados.

La cinética de deterioro de la textura, en condiciones ambientales de almacenamiento (20-25° C y 55-60% HR) sigue un comportamiento de primer orden, representado por la ecuación:

$$\ln \text{textura} = 0,03 t + 2,1$$

En que t = tiempo ( días)

Al introducir el puntaje 5,5 en esta ecuación, que representa el límite propuesto para la calidad comercial, se obtuvo un tiempo de 13 días para la vida útil del producto en condiciones ambientales.

TABLA 9  
Análisis realizados durante el estudio de vida útil

Determinaciones	Tiempo cero	5 días	11 días	14 días	19 días
Variación acumulada del peso (%)	0,0	0,01	0,03	0,04	0,04
Recuento de hongos (ufc/g) *	< 10	< 10	< 10	2 x 10 <sup>1</sup>	2 x 10 <sup>1</sup>
Calidad sensorial total (escala 1-9)**	8,18 ± 1,02	7,58 ± 1,12	6,86 ± 1,05	6,49 ± 1,09	6,22
Color corteza	8,2 ± 0,92	7,8 ± 1,13	7,7 ± 1,08	7,4 ± 1,12	7,4
Color miga	8,0 ± 1,06	8,0 ± 0,90	7,7 ± 1,05	7,4 ± 1,22	7,3
Forma	8,0 ± 1,00	7,2 ± 1,09	6,7 ± 1,18	6,5 ± 1,33	6,4
Olor	8,0 ± 1,21	7,5 ± 1,03	6,7 ± 1,07	6,8 ± 1,32	6,6
Sabor	8,3 ± 1,01	7,9 ± 1,08	7,5 ± 1,25	6,9 ± 1,42	6,4
Textura	8,3 ± 1,02	7,2 ± 0,95	5,7 ± 0,90	5,2 ± 1,41	4,8
Intensidad olores/sabores extraños	1 ± 1,03	1 ± 1,00	1,2 ± 1,34	1,4 ± 1,26	1,8
Calidad global	8,3 ± 1,02	7,4 ± 1,06	6,7 ± 1,09	6,2 ± 1,54	5,9

\* Promedio de 5 muestras

\*\* Promedio ponderado

### CONCLUSIONES

Es factible optimizar formulaciones de biscochuelos enriquecidos con fibra dietética, vitaminas y minerales, para el adulto mayor, empleando la Metodología de Superficie de Respuesta. El producto obtenido posee una adecuada calidad microbiológica, sensorial y nutricional, al aportar fibra dietética, vitaminas y minerales,

El producto optimizado aporta 4,8-4,9 g de fibra dietética por unidad de 60 g, aproximadamente un 30% del IDR de vitaminas A, B1, B2, B6, B9, B12, E y PP, un 40% de vitamina D3 y un 15% del IDR de calcio, 12% del IDR de magnesio y un 3% del IDR de zinc para adultos mayores de 51 años y más de edad.

La aceptabilidad del producto en adultos jóvenes y mayores, resultó muy buena, ya que no hubo rechazos ni indiferencia hacia el producto en ambos grupos.

El estudio de vida útil del producto envasado en polipropileno y almacenado en condiciones ambientales (20-25°C y 55-60% HR) estableció una duración de 13 días.

El parámetro sensorial limitante de la vida útil fue la textura, El deterioro de la textura siguió una cinética de primer orden.

### REFERENCIAS

- Rozovski J. Nutrición en los ancianos. En: Anzola E., Galinsky D, Morales F., Salas A., Sánchez M., editores. La atención de los ancianos, un desafío para los años noventa. OPS/ OMS Publicación Científica 5. Washington D.C. 1994.
- Mejía L, O'Rourke D. La salud y la fibra dietética. En: Organo Informativo Kellogg's sobre La relación entre la nutrición y salud. 1993.
- Pak N. Fibra dietética. En: Ruz M., Araya H., Atalah E., Soto D., editores. Nutrición y Salud. Universidad de Chile. Fac. de Medicina. Departamento de Nutrición 1996;119-128.
- Soto D, Wittig de Penna E, Bunge A, Hernández N, Cariaga L, Gaete ME. Aceptabilidad y efectos de alimentos enriquecidos con fibra dietética en adultos mayores. Rev Chil Nutr. 1998; 25:3.
- Ink SL. Fiber-mineral and fiber-vitamin interactions. En: IFT Basic Symposium Series. Nutrient Interactions. Barcell y Erdman. Marcel Decker Inc. New York, 1988;234-264.
- Lachman LM, Lachman MA, Kamig JL. The theory and practice of industrial pharmacy. 3<sup>th</sup> Edition Lea & Febiger. Philadelphia. USA. 1986.
- Asp N, Johansson G, Hallmer H, Siljeström L. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. J Agric Food Chem. 1983;31.
- INN. Instituto Nacional de Normalización. NCh 1176. Alimentos. Determinación de gérmenes aerobios mesófilos viables Método de recuento en placa. 1967.
- INN. Instituto Nacional de Normalización. NCh 1340. Alimentos. Determinación de *Salmonella*. 1977.
- NAS. Recommended Dietary Allowances. 10<sup>th</sup> Edition National Academy of Sciences. National Research Council. Washington D.C. USA. 1989.
- Matz SA. Bakery Technology and Engineering. The AVI Publishing Co. Westport. Connecticut USA. 1980.
- Sultan WJ. Practical baking. The AVI Publishing Co. Westport. Connecticut USA. 1960.
- Pfeizer SA. Nueva polidextrosa para la creación de alimentos "light". Información Técnica. Alimentos 1994;19:3, 46-48.
- Giovani M. Response Surface Methodology and Product Optimization. Food Technol. 1983;37:11, 41-45.
- Cochran WG, Cox GM. Diseños experimentales. Editorial F. Trillas S.A. México. 1965.
- Wittig de Penna E. Evaluación Sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos. Talleres Gráficos USACH. Santiago, Chile, 1981.
- Wittig de Penna E. Evaluación Sensorial, una metodología que mide calidad. II Evaluación de calidad mediante el test de valoración con escala de Karlsruhe. Alimentos 1981;6:1, 25-31.

18. Paulus K. Zacharias L., Robinbson L, Geidel H *Kritische Betrachtungen zur Bewertenden Prüfung mit Skale als einem wesentlichen Verfahren der sensorischen Analyse.* *Lebensm.Wissensch. u. Technol.* 1979 ;12, 52-61.
19. Statgraphics Plus 4.0 The National Graphics Corp. 1994-1999.
20. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC.* 15<sup>th</sup> Ed. Washington D.C. The Association. 1990.
21. European Committee for Standardization (ECS) *Determination of vitamin A by HPLC, CENT/TC275N 159.* *Determination of vitamin E by HPLC, CEN/ TC 275N162 .*
22. European Committee for Standardization (ECS) *Bestimmung von Vit D in Diätetischen Lebensmitteln, Bundesinstitut für Gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin N161.*
23. Schmidt-Hebbel H. *Avances en ciencia y tecnología de alimentos.* Editorial Alfabet. Santiago, Chile. 1981.
24. FDA. *Food and Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual.* Division of Microbiology. 5<sup>th</sup> Edition Washington D.C. USA 1978.
25. Ministerio de Salud. *Reglamento Sanitario de los Alimentos. Decreto 60.* Santiago. Chile .1982.
26. Meilgaard M., Civille G., Carr B. *Sensory evaluation techniques.* CRC Press Inc. Florida USA. 1991.
27. ASTM E 687-79. *American Society for Testing and Materials. Standard Practice for sensory evaluation procedure to establish guidelines for open-dating food and beverage products.* Philadelphia. USA. 1979.

Recibido: 29-05-2001

Aceptado: 26-08-2002