

Desarrollo de una formulación optimizada de mermelada de damasco de bajo contenido calórico utilizando la metodología Taguchi

Mario Villarroel, Ruth Castro, Julio Junod

Universidad de la Frontera, Temuco, Chile

RESUMEN. El objetivo de este estudio fue desarrollar una formulación optimizada de mermelada dietética, aplicando la metodología Taguchi. La razón que se tuvo para seleccionar dentro del diseño experimental esta metodología de trabajo fue demostrar las ventajas que tienen la aplicación de diseños factoriales ortogonales a problemas que ocurren con bastante frecuencia en la industria alimentaria especialmente en el área de desarrollo de productos, cuando la respuesta que se busca depende de la influencia de múltiples variables. En esta ocasión se desarrolló una formulación de mermelada de damasco de bajo contenido energético tratando de obtener la mejor combinación de múltiples variables para lograr una calidad sensorial óptima. Se trabajó simultáneamente con cinco factores de control: acidez, espesante, edulcorante, aromatizante y tiempo, así como posibles interacciones entre algunas de ellas, aplicando el diseño ortogonal L_8 (2^7). Se elaboraron ocho formulaciones experimentales que se analizaron sensorialmente aplicando el test de puntaje compuesto y una escala descriptiva cuantitativa desde "1= Malo hasta 5= Muy bueno". El análisis estadístico permitió comprobar que los factores espesante, edulcorante y aromatizante afectaban significativamente ($p<0.05$) la calidad sensorial del producto con una contribución total de 82% sobre la calidad sensorial de la mermelada. La combinación óptima de las variables independientes resultó ser: ácido cítrico 0.2%; pectina 1%; edulcorante, 30g azúcar/16mg aspartame/100g de producto, aroma a damasco 0.5mL y tiempo de cocción 5 minutos. Con respecto a la composición química, los resultados más importantes fueron un menor contenido de hidratos de carbono en la mermelada optimizada, que redujo el aporte calórico en un 56% con respecto a mermeladas tradicionales, y el contenido de fibra dietaria superior a productos comerciales similares. Los ensayos de estabilidad o vida útil, se llevaron a cabo almacenando las muestras bajo condiciones controladas de temperatura (15°C a 25°C) y grosor de envase (0.3 y 1.0 micrones). Al cabo de 90 días de almacenamiento no se detectaron cambios sensoriales ni químicos significativos, y las condiciones microbiológicas se mantuvieron dentro de los límites permitidos por la norma chilena. **Palabras clave:** Mermelada dietética, alimento funcional, diseños factoriales, optimización, Taguchi, arreglo ortogonal.

SUMMARY. Development of an optimized dietetic formulation of damask marmalade using Taguchi methodology. The goal of this present study was the development of an optimized formula of damask marmalade low in calories applying Taguchi methodology to improve the quality of this product. The selection of this methodology lies on the fact that in real life conditions the result of an experiment frequently depends on the influence of several variables, therefore, one expedite way to solve this problem is utilizing factorial designs. The influence of acid, thickener, sweetener and aroma additives, as well as time of cooking, and possible interactions among some of them, were studied trying to get the best combination of these factors to optimize the sensorial quality of an experimental formulation of dietetic damask marmalade. An orthogonal array L_8 (2^7) was applied in this experience, as well as level average analysis was carried out according Taguchi methodology to determine the suitable working levels of the design factors previously choiced, to achieve a desirable product quality. A sensory trained panel was utilized to analyze the marmalade samples using a composite scoring test with a descriptive acuantitative scale ranging from 1= Bad, 5= Good. It was demonstrated that the design factors sugar/aspartame, pectin and damask aroma had a significant effect ($p<0.05$) on the sensory quality of the marmalade with 82% of contribution on the response. The optimal combination result to be: citric acid 0.2%; pectin 1%; 30g sugar/16mg aspartame/100g, damask aroma 0.5 ml/100g, time of cooking 5 minutes. Regarding chemical composition, the most important results turned out to be the decrease in carbohydrate content compared with traditional marmalade with a reduction of 56% in caloric value and also the amount of dietary fiber greater than similar commercial products. Assays of storage stability were carried out on marmalade samples submitted to different temperatures held in plastic bags of different density. Non perceptible sensorial, microbiological and chemical changes were detected after 90 days of storage under controlled conditions.

Key words: Dietetic marmalade, functional food, factorial design, optimization, Taguchi, orthogonal array.

INTRODUCCION

La característica más importante que identifica al mercado consumidor actual y que impacta indirectamente en la industria de alimentos, es su tendencia a cambiar constantemente tanto en sus gustos como en sus preferencias. Este fenómeno social tiene sus raíces en el impacto significativo de la globalización de las comunicaciones que de hecho han roto fronteras físicas entre países, afectando la generación y traspaso de información cultural, tecnológica y científica, incrementando el intercambio de valores culturales, de conocimientos y experiencias a nivel profesional, facilitando la toma de decisiones o la exploración de alternativas tecnológicas que se concretan en la oferta de nuevos productos alimenticios con ventajas comparativas superiores a las ya existentes segmentando al mismo tiempo el mercado consumidor. Dicho de otra manera, la formulación y desarrollo de productos no solo tienen una función nutricional y sensorial como ocurre en los alimentos tradicionales, sino también una función fisiológica que busca proteger el estado de salud del consumidor. Surge así el concepto de alimento funcional, sobre el cual aún no hay consenso para definirlo en forma precisa, y que bien podría considerárselos como productos intermedios entre los tradicionales y la medicina. Se podrían definir por ejemplo "cualquier alimento en forma natural o procesada, que además de sus componentes nutritivos contiene componentes adicionales que favorecen a la salud, la capacidad física y el estado mental de una persona" (1). Entre sus componentes se citan: fibra dietaria, oligosacáridos, probióticos, péptidos y proteínas, ácidos poliinsaturados (ácido araquidónico, linoleico, linolénico), glucósidos, fenoles, minerales, fructooligosacáridos, isomalto-oligosacáridos, antioxidantes (vitamina A, D, E, C), carnitina, colina, minerales (selenio), polioles (maltitol, palatinosa), cultivos probióticos, lactato y citrato de calcio, lactato de potasio, etc. (2-5).

En los dos últimos años han sido introducidos en el mercado formulaciones alimenticias con la intención de revertir su objetivo primario. En el caso de Chile, se tiene el ejemplo específico de la industria de lácteos, donde la leche líquida se comercializa en 24 formas diferentes de presentación, incluyendo leches saborizadas, con diferentes contenidos de materia grasa, potenciada con adición de vitamina D, fortificada con calcio, modificadas con cultivos lácticos (para regularizar la función intestinal). En particular la industria Nestlé lanzó al mercado en el año 2000 varios productos con características funcionales como es el caso de la leche Omega Plus, que incluye la presencia de ácidos grasos omega 3, con la intención de prevenir enfermedades cardiovasculares (7).

En lo que respecta a las mermeladas, estos productos (8,9)

tradicionalmente se caracterizan por ser alimentos de alta densidad energética, con propiedades sensoriales muy atractivas para los consumidores por su sabor, aroma, color y su estabilidad durante el almacenamiento (10). Desde el punto de vista nutricional, las mermeladas aportarían solamente energía, pero la tendencia actual en cuanto a consumo (11) es desarrollar productos hipocalóricos sustituyendo parcialmente la concentración de azúcares solubles por edulcorantes sintéticos no metabolizados. Con esta medida se estaría dando solución a la preocupación de organismos estatales de salud que recomiendan moderar su consumo ya que pueden contribuir al aumento de la obesidad y de caries dentales (12). En los países industrializados, el control del peso es una de las prioridades identificadas para el futuro, mientras que otros desarrollan programas nacionales destinados en disminuir los riesgos cardiovasculares de su población, incluyendo aquellos vinculados a la obesidad.

En Chile, la preocupación tanto de instituciones públicas como privadas por este problema es creciente (13-18). Por estas razones, dentro de los objetivos de este estudio se pretende formular una mermelada baja en calorías de óptima calidad sensorial en la cual se disminuya la cantidad de calorías, y se mejoren sus características nutricionales incrementando la concentración de fibra dietética, tomando en cuenta que su presencia en la dieta ha demostrado ser útil en el tratamiento de algunas enfermedades tales como diabetes, trastornos cardiovasculares, constipación y diverticulosis a través de una ingesta adecuada de ellas (19-22).

MATERIAL Y METODOS

Materia prima

En este estudio se utilizó pulpa de damasco variedad Imperial, adquirida en el Instituto de Agroindustria de la Universidad de la Frontera, Temuco. El resto de los ingredientes tales como pectina cítrica, aspartame, sorbato de potasio, ácido cítrico, sacarosa y esencia de damasco se adquirieron de firmas distribuidoras nacionales.

Optimización de la formulación de mermeladas dietéticas de damasco

Se utilizó la metodología Taguchi (23-30), que permite trabajar simultáneamente con varios factores de control. En el caso particular de este estudio, a través de sesiones de "brain storming" se seleccionaron las variables independientes; concentración de acidez, concentración de espesante, concentración de edulcorante, concentración de aroma de damasco, tiempo de cocción y las interacciones acidez/espesante y acidez/edulcorante.

Como la respuesta buscaba según la metodología Taguchi corresponde a "mayor es mejor", se utilizó el diseño matricial

ortogonal, donde el subíndice 8 corresponde a las corridas $L_8 2^7$, donde el subíndice 8 corresponde a las corridas experimentales, el superíndice 7 representa la cantidad de variables independientes (Tabla 1), y el número 2 señala que se utilizaron dos niveles de trabajo por factor de control. Para definir los niveles de trabajo se tomaron como referencia datos en la bibliografía especializada, como también realizado ensayos preliminares. De esta forma se llegó a los resultados que se indican en la Tabla 2.

TABLA 1
Esquema matriz ortogonal $L_8 (2^7)$

P. diseño	A	B	AxB	C	AxC	D	E	Y
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	Y1
2	-1	-1	-1	1	1	1	1	Y2
3	-1	1	1	-1	-1	1	1	Y3
4	-1	1	1	1	1	-1	-1	Y4
5	1	-1	1	-1	1	-1	1	Y5
6	1	-1	1	1	-1	1	-1	Y6
7	1	1	-1	-1	1	1	-1	Y7
8	1	1	-1	1	-1	-1	1	Y8

-1= Nivel menor; 1= Nivel mayor

A= Acidez; B= espesante; C= edulcorante; D= aromatizante; E= tiempo; Y= CS

TABLA 2
Niveles de trabajo de las variables independientes

Factores de control	Niveles de trabajo	
	-1	1
Acido cítrico	0.2%	0.5%
Pectina cítrica	1%	2%
Azúcar/aspartame*	14g/32mg	30g/64mg
Tiempo de cocción	7 min	15 min
Aroma damasco*	.0.5 ml	1 ml

* por 100g de producto

En la parte experimental se elaboraron 8 formulaciones de mermeladas de damasco, correspondiendo cada una de ellas a diferentes combinaciones de los factores de control, las que fueron evaluadas por un panel sensorial entrenado de 11 jueces, utilizando el test de puntaje compuesto (31) y una escala analítica descriptiva de cinco puntos, donde 1 = Mala y 5 = Muy buena. La variable dependiente fue Calidad Sensorial (CS) definida como la suma de las características, sabor y consistencia.

$$CS = 0.57 \times \text{sabor} + 0.43 \times \text{consistencia}$$

Análisis estadístico de resultados del proceso de optimización

Los resultados de calidad sensorial fueron sometidos a análisis estadístico de diferencias de promedios de respuesta por nivel de trabajo de cada factor y, Análisis de Varianza (ANOVA) para determinar los factores de control y sus respectivos niveles óptimos de trabajo que afectan significativamente la respuesta a un nivel de significancia de 5%. En este estudio se utilizó el software estadístico Qualitex-4 (35).

Caracterización química

La formulación optimizada de mermelada fue sometida a una caracterización química proximal de acuerdo a los métodos estándares de la AOAC (32). El contenido energético se determinó utilizando los coeficientes de Atwater que son respectivamente grasa 9= Kcal/100g y para hidrato de carbono y proteína es 4 Kcal/100g.

Estudio de vida útil

La muestra óptima seleccionada por la metodología Taguchi se sometió a un ensayo de estabilidad al almacenamiento, bajo las siguientes condiciones: temperatura 15°C y 25°C y, envases de polietileno de 0.3 y 1.0 micrones respectivamente, por un período total de 3 meses. Cada 15 días se extrajeron muestras (según condiciones de almacenamiento) y se analizó la evolución de cambios sensoriales cuantificando la característica sabor, utilizando para ello un panel sensorial entrenado compuesto por 11 personas y la aplicación del test discriminatorio pareado (31,34) comparando las muestras almacenadas con una muestra testigo de mermelada de damasco recién elaborada. También se realizaron ensayos químicos, analizando la variación de acidez expresada como porcentaje de ácido cítrico, y microbiológicos por medio de recuento de hongos y levaduras de acuerdo a procedimientos descritos en el Manual de Técnicas Microbiológicas del Instituto de Salud Pública (ISP) (33).

RESULTADOS Y DISCUSION

El presente trabajo tiene como objetivo central desarrollar una mermelada funcional de damasco con características funcionales que presentan ventajas comparativas con relación a productos tradicionales similares. En nuestro estudio como la respuesta depende de muchos factores, fue necesario utilizar un diseño factorial ortogonal con el objeto de obtener la mejor combinación de las variables seleccionadas para lograr un producto de óptima calidad sensorial. De las metodologías que se podían aplicar a este estudio se seleccionaron dos. Una de ellas era la metodología Superficie Respuesta (36,37) y la otra que finalmente se seleccionó fue

la Metodología Taguchi, aunque ambas presentan enormes ventajas comparativas para optimizar una formulación, destacando entre ellas simplicidad, ahorro de tiempo, menores costos y aseguramiento de calidad del producto final.

La Tabla 3 resume los resultados de calidad sensorial de la mermelada experimental de damasco. Los datos representan los valores promedios de calidad sensorial de las ocho formulaciones de mermelada de damasco, resultante de las diferentes combinaciones de las variables independientes que se analizarán estadísticamente para determinar la influencia de los factores de control y sus niveles de trabajo sobre la respuesta buscada. Observando los resultados de Calidad Sensorial se demuestra que la mejor combinación de variables independientes correspondió a la muestra experimental N° 8, obteniendo un puntaje promedio de calidad sensorial de 4,2 que equivale a una calificación de "buena", donde los factores acidez, espesante, edulcorante, y tiempo se utilizaron al nivel máximo y el factor aromatizante al nivel mínimo. La peor combinación correspondió a la muestra N° 3 con una calificación promedio de 2,6 considerada como mala a regular, donde los factores espesante, aromatizante y tiempo se utilizaron al nivel máximo y los factores acidez y edulcorante se usaron en su mínimo nivel de concentración.

TABLA 3
Calidad sensorial de formulaciones de mermelada hipocalórica de damasco (*)

P. diseño	A	B	AxB	C	AxC	D	E	CS
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	3.35
2	-1	-1	-1	1	1	1	1	3.12
3	-1	1	1	-1	-1	1	1	2.60
4	-1	1	1	1	1	-1	-1	3.98
5	1	-1	1	-1	1	-1	1	3.52
6	1	-1	1	1	-1	1	-1	2.80
7	1	1	-1	-1	1	1	-1	3.11
8	1	1	-1	1	-1	-1	1	4.17

* Promedio de dos replicaciones; Rango escala 1= malo; -5= muy bueno

A= Acidez; B= espesante; C= edulcorante; D= aromatizante; E= tiempo cocción; Tamaño del panel = 11

Se procedió seguidamente a analizar los efectos promedios por cada nivel de trabajo de los factores de control. La diferencia calculada presenta el grado de inclinación de la pendiente de cada factor, en otras palabras, la magnitud de la influencia de los factores de control sobre la calidad sensorial. Los resultados se resumen en la Tabla 4. Al examinar los valores promedios por factor y por nivel, las mayores diferencias se obtuvieron para las variables independientes espesante, edulcorante y aromatizante y en

cada uno de ellos, los valores promedio mas altos correspondieron a los niveles 2, 2 y 1 respectivamente.

TABLA 4
Calidad sensorial promedio por nivel de cada factor de control

Nivel*	A	B	C	D	E	A x B	A x C
-1	3,26	3,20	3,14	3,75	3,31	3,43	3,23
1	3,40	3,46	3,51	2,91	3,35	3,22	3,43
Diferencia	0,14	0,26	0,37	0,84	0,04	0,21	0,20

*-1= Nivel menor; 1= Nivel mayor; Tamaño panel = 11

A= Acidez; B= espesante; C= edulcorante; D= aromatizante; E= tiempo cocción AxB y AxC

Posteriormente los datos de la experiencia se sometieron a un análisis de varianza y su resultado se presenta en la Tabla 5. En el análisis estadístico de varianza se tomó la decisión de eliminar los factores acidificante, tiempo de cocción y las interacciones por su escasa influencia en la respuesta, situación ya demostrada por los valores obtenidos en la Tabla 4, permaneciendo solamente los factores espesante, edulcorante y aromatizante que afectan en forma significativa la respuesta ($p < 0.05$), aportando en forma conjunta un 82,3% de influencia sobre la calidad sensorial de la mermelada dietética de damasco.

TABLA 5
Análisis de varianza de calidad sensorial de mermelada hipocalórica de damasco

Factores de control	Suma cuadrado	Valor F exp	% influencia
Espesante	0,280	5,51*	5,33
Edulcorante	0,547	10,75*	11,52
Aromatizante	2,873	56,38*	65,45
Error	0,610		17,70

* Significativo al $p < 0.05$; R= 0,823

El paso siguiente fue determinar la ecuación teórica optimizada considerando los factores de control y niveles óptimos elegidos, con la cual se calculó el valor óptimo de calidad sensorial esperado que resultó ser 4,07. Finalmente para validar los resultados obtenidos en este ensayo de acuerdo a la metodología Taguchi, se elaboró una mermelada con la siguiente combinación de variables y niveles de trabajo: ácido cítrico 0,2%; pectina 2,0%; relación azúcar/aspartame (g/mg) 30/16; aroma de damasco 0,5 mL y tiempo 5 min. Como las variables de control ácido cítrico y tiempo

de cocción resultaron no tener un efecto significativo sobre la respuesta, se tomó la decisión de usar en la ecuación teórica optimizada los niveles inferiores por razones de tipo económico (Tabla 6). Esta muestra experimental fue sometida posteriormente al test sensorial de puntaje compuesto alcanzando un valor de calidad sensorial de 4.16 superior al valor teórico esperado. Es importante señalar además que esta formulación fuera de obtener una buena calificación de calidad sensorial resultó ser de menor costo por la incorporación de menores cantidades de aromatizante, ácido cítrico junto con emplear un menor tiempo de cocción en su elaboración.

TABLA 6

Estabilidad al almacenamiento del sabor de la mermelada de damasco según temperatura y grosor del envase

Condiciones de almacenamiento	Tiempo de almacenamiento (días)				
	15°C	30	45	75	90
Grosor 0,3 micrones	6	6	8	8	7
Grosor 1,0 micrones	5	5	6	6	6
25°C					
Grosor 0,3 micrones	6	7	7	8	8
Grosor 1,0 micrones	5	4	7	6	7

Número mínimo juicios diferentes = 9, para ser significativo al $p < 0.05$ (31).

Tamaño panel = 11

Ensayo de estabilidad al almacenamiento

Al cabo de noventa días de almacenamiento, las muestras de mermelada de damasco almacenadas bajo diferentes condiciones de temperatura y tipo de envase de polietileno no mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el sabor, al contrastarla con la mermelada testigo recién elaborada (Tabla 6), según test discriminador aplicado (31,34).

Desde el punto de vista químico, se hizo un seguimiento de la acidez de las muestras de mermelada cuantificando la concentración de ácido cítrico presente, teniendo como objetivo determinar indirectamente actividad de microorganismos. Al inicio de este ensayo, la concentración de ácido cítrico resultó ser de 1%, valor que no sufrió mayormente grandes variaciones a lo largo de los días de almacenamiento de las muestras, independientemente del grosor del envase de polietileno o de las temperaturas de almacenamiento. Los valores se pueden apreciar en la Tabla 7.

En lo que respecta a los ensayos microbiológicos, completado 90 días de almacenamiento no se detectó crecimiento de hongos y levaduras de acuerdo a las condiciones especificadas del ensayo.

TABLA 7

Variación de la acidez* de la mermelada de damasco según temperatura y grosor del envase

Condiciones de almacenamiento	Tiempo de almacenamiento (días)				
	15°C	30	45	75	90
Grosor 0,3 micrones	0,99	0,96	0,96	0,93	0,94
Grosor 1,0 micrones	1,07	1,02	0,97	0,95	0,936
25°C					
Grosor 0,3 micrones	1,02	0,95	0,98	0,90	0,95
Grosor 1,0 micrones	1,03	0,98	0,97	0,96	0,97

* % ácido cítrico

La Tabla 8 resume la caracterización químico proximal de la mermelada hipocalórica de damasco. En estos resultados destaca la importante disminución del contenido de azúcares llegando solamente a un 32%. Este valor contrasta con el encontrado en mermeladas tradicionales donde estos energético ambos productos. Así las mermeladas comunes que se comercializan en Chile presentan valores promedios de 260 Kcal/100g, con rangos que oscilan entre 300 Kcal y 240 Kcal (12). Como contraparte, las mermeladas hipocalóricas aportan en promedio 141 Kcal/100g. Esta cifra es superior al resultado obtenido con la mermelada optimizada de damasco que alcanzó un valor de 132 Kcal/100g, representando una buena alternativa para el segmento de consumidores que prefieren este tipo de productos. En lo que respecta al contenido de fibra dietaria el valor encontrado (2.5%) en la formulación optimizada se puede considerar importante para los consumidores por las características beneficiosas para la salud extensamente informada en la literatura.

TABLA 8

Caracterización químico proximal de mermelada hipocalórica optimizada de damasco

Parámetros	g/100g
Humedad	63,47
Proteínas*	0,58
Cenizas	1,24
Fibra dietaria	2,48
Extracto etéreo	0,08
Hidratos de carbono**	32,15
Calorías 100g	132

* Nx6,25; ** Por diferencia

CONCLUSIONES

- Como resultado de la aplicación de la metodología Taguchi para optimizar la formulación de mermeladas dietéticas de damasco, de los cinco factores de control estudiados se demostró a través de los análisis de regresión y de varianza que los que influyen significativamente en la calidad sensorial fueron espesante en su nivel mayor de trabajo, lo mismo sucedió con la mezcla edulcorante (sacarosa/aspartame), mientras que la variable aromatizante lo hizo en su nivel menor. En forma conjunta estas variables independientes tienen un 82% de participación en la calidad sensorial de la mermelada.
- Conocidas las variables que influyen de manera importante en las características sensoriales de la mermelada de damasco, se anexaron los factores no significativos aromatizantes y tiempo de cocción ambos en sus niveles mínimos de trabajo, con lo que fue posible obtener una ecuación teórica que refleja la mejor combinación de las variables seleccionadas en este estudio la que fue válida posteriormente con un ensayo experimental confirmativo.
- En cuanto a la variación de las características sensoriales y químicas de la mermelada de damasco durante el almacenamiento considerando tipo de envase y temperatura, no se detectaron diferencias significativas tanto en el sabor como en la acidez del producto.
- Desde el punto de vista microbiológico el producto formulado presenta una excelente estabilidad bajo las condiciones controladas del ensayo debido a que no se observó desarrollo de microorganismos durante los 90 días que duró el almacenamiento.
- La mermelada hipocalórica optimizada constituye una buena alternativa para el segmento de consumidores que prefieren este tipo de productos por razones estéticas y de salud, debido a la presencia de a) menos cantidad de hidratos de carbono con respecto a las mermeladas tradicionales, que se traduce en un valor calórico de 132 Kcal/100g inferior al promedio de similares productos elaborados en Chile, y b) un contenido interesante de fibra dietaria.
- Se demuestra que la metodología Taguchi es una herramienta estadística valiosa para resolver experiencias en las cuales la respuesta afecta por múltiples factores. La estrategia utilizada por esta metodología a diferencia del enfoque tradicional ensayo error, permite llegar a conclusiones válidas, disminuyendo el número de ensayos experimentales lo que influye favorablemente en el costo de las experiencias.

REFERENCIAS

1. Pascal G. Collet-Ribbing C. "Las perspectivas europeas sobre alimentos funcionales". <http://www.jrc.es/iptsreport/vol24/spanish/F001S246.html>. 1997.
2. Van den Broeck A. Functional foods: The Japanese approach. *Food Ingredients*. 1993;1:4-9.
3. Kawazoe K. "Funcional foods and ingredients in Japan". *Food Ingredients*. 1994;5:43-45.
4. Rowan C. Functional phenomena. *Food Ingredients*. 1999;1:27-28.
5. Atalah E. Nutrición y cáncer. *Nutrición y salud*. U. Chile. Facultad de Medicina. Dpto. de Nutrición. Santiago. Chile. 1996.
6. Fuller R. Probiotics in human medicine. *Gut*. 1991;32:439-442.
7. Diario El Mercurio. "Segmentado hasta el infinito". *Cuerpo B. Economía y Negocios*. 28 de mayo. 2000. Santiago, Chile.
8. Rauch GH. Fabricación de mermeladas. 2da. Ed. Edit. Acribia. Zaragoza, España. 1980.
9. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Ministerio de Salud. República de Chile. Decreto 977. 1997.
10. Instituto Nacional de Normalización (INN) "Normas Chilenas Oficial para mermeladas de frutas". NCh 456. Of70. Chile. 1999.
11. Hoogenkam H. Lifestyle and food megachanges for megamarkets. *Food Ingredients* 1994;N° 3:23-29.
12. Servicio Nacional del Consumidor. SERNAC. "Las mermeladas, consumo y calidad de vida". 1996;N°71:6-8.
13. Rozoswky J. Prevalencia de la obesidad en Chile. *Boletín de la Escuela de Medicina*. Universidad de Católica de Chile. 1997;26:5-9.
14. Maiz A. Consecuencias patológicas de la obesidad. Hipertensión, diabetes, dislipidemia. *Boletín de la Escuela de Medicina*. Universidad Católica de Chile. 1997;26:18-21.
15. Uauy R, Albala C, Kain J. Obesity trends in Latinoamérica. Transit from under to overweight. *J Nutr* 2001;131:893-899.
16. De la Paz P. Alarmante aumento de la obesidad en Chile. *Ciencia y Salud*. La tercera. 2001.
17. Romo M. El problema de la obesidad en Chile. Globalización de las pautas culturales de alimentación. IV Congreso de Antropología. Noviembre. Santiago, Chile. 2001.
18. Saavedra V. "La obesidad en Chile". *Revista Chilena de Obesidad*. 1998;5-9.
19. Proop S. Una comparación entre los mercados de alimentos funcionales en la Unión Europea, Estados Unidos y Japón. Report of Intitute for Prospective Technological Studies (IPTSREPORT). European Commision. 1998.
20. Rebolledo M, Sangroni E, Barbosa-Cánovas GV. "Evaluación de galletas dulces enriquecidas con germen de maíz y fibra de soya". *Archi Latinoamer Nutr*. 1999;49(3):253-259.
21. Araya JA. La dieta, primera línea de defensa para reducir el colesterol. *Rev Chil Nutr*. 1990;23(1):7-15.
22. Pak N, Araya H. Efecto hipocolesterolémico de salvado de avena. *Rev Chil Nutr*. 1991;19(1):7-16.
23. Dávila V. "Diseño de una bebida carbonatada agrídulce, con sabor a naranja, maximizando su aceptación mediante Método

- Taguchi". Tesis para optar al título de Licenciado en Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Universidad Iberoamericana. México. 1996.
24. Dean E. "Método Taguchi", <http://www.dnh.mv.net/pusers/rm/loss.htm>. 1998.
 25. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. ITESTM. Centro de Calidad Programa Taguchi-QFD. "Introducción a la Ingeniería de la Calidad", México. 1989.
 26. Peace SG. Taguchi Methods. Addison- Wesley Publishing Company. INC. 1992.
 27. Taguchi G. "Introduction to a Quality Engineering". Ed. Asian Productivity Organization. Tokio, Japón. 1986.
 28. Taguchi G, Konishi S. "Arreglos ortogonales y gráficas lineales". Herramientas para la ingeniería de calidad. Centro de Formación Profesional para la Calidad. Instituto Politécnico de Monterrey. México. 1988.
 29. Rangit R. A primer on the Taguchi method. Van nostrand reinhold. New York, USA. 1990.
 30. Marfil RC. "Método Taguchi, una herramienta para el mejoramiento de la calidad". Tecnología de los Alimentos. 1991;26(5):14-33.
 31. Wittig E. "Evaluación sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos". 1ra. Edición. Talleres gráficos USACH. Santiago, Chile. 1981.
 32. Association of Official Analytical Chemists A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 15th Edition, The Association. Washington D.C. 1990.
 33. Instituto de Salud Pública de Chile. Ministerio de Salud. "Manual de Técnicas Microbiológicas para Alimentos y Agua". 1998.
 34. Ureña M, D'Arrigo M. "Evaluación Sensorial de los Alimentos". Universidad Agraria de la Molina. Editorial Agraria. Lima, Perú. 1999.
 35. Qualitek-4. Automatic Design and Analysis of Taguchi Experiments. NUTEX, Ince, USA. 2000.
 36. Gacula SJ. "Statistical methods in food and costumer research. Academic Press, Inc. Orlando, Florida. 1984.
 37. Giovanni M. "Response surface methodology and product optimization". Food Technol. 1983;37:41-45.

Recibido: 22-03-2002

Aceptado: 16-10-2002