

Caracterización sensorial de paté a base de descartes de pulpa de salmón utilizando la metodología superficie de respuesta

Mario Villarroel, Edgar Uquiche, Jean Francois Urbulú

Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

RESUMEN. Descartes de pulpa de salmón atlántico (*Salmo salar L.*) fueron utilizados para la formulación de un embutido tipo paté, con el propósito de aprovechar los residuos o desechos de la industria salmonídea y formular un producto de óptima calidad sensorial. Aplicando un diseño central compuesto rotatorio, factorial 2^n y utilizando la metodología superficie respuesta, se seleccionaron dos variables independientes, concentración de sal y concentración de goma xantana, a tres niveles de trabajo cada una de ellas. Se prepararon nueve formulaciones experimentales a las que posteriormente se les aplicó el test de puntaje compuesto, para analizar la calidad sensorial usando un panel de 12 jueces entrenados ($p > 0,05$). Consistencia, sabor y apariencia fueron los parámetros que se estudiaron por ser los que más afectan la calidad sensorial del producto. Los resultados del test de calidad sensorial fueron analizados estadísticamente usando el programa computacional Statgraph 7.0, lo que permitió obtener un modelo matemático para predecir la influencia de las variables independientes sobre la respuesta buscada. De acuerdo al gráfico tridimensional de superficie y mapa de contorno, se determinó que los niveles de sal y goma necesarios para obtener una combinación óptima de estos componentes fueron 1,5% y 1,35% respectivamente. La vida útil del producto almacenado a 3°C fue de 18 días, y a temperatura ambiente (18°C) fue de 8 días, valores que están dentro de los límites de tiempo de vida útil esperados para este tipo de producto.

Palabras clave: Salmón atlántico, paté, evaluación sensorial, metodología superficie de respuesta, vida útil.

INTRODUCCION

El crecimiento de la salmicultura en Chile lo ubica actualmente dentro de los tres principales países productores a nivel mundial (1). Esta tendencia ha tenido un crecimiento espectacular, así en el año 1990 las exportaciones de salmón representaban solo el 2,6% de la producción total de especies marinas, aumentando significativamente a 38,6% el año 1996 (2). Traducido en cifras, esto significó que en la temporada 1996 y 1997 se exportaron en forma congelada y fresco refrigerado, un total de 98.352 y 112.641 toneladas de productos a base de salmón, respectivamente, siendo los principales puertos de destino Japón, EEUU, países europeos y en menor proporción América Latina (3). Como resultado del acelerado crecimiento de la industria salmonera y de la demanda inter-

SUMMARY. Sensory characterization of pate from waste salmon (*Salmo salar L.*) products utilizing response surface methodology.

The goal of the present study was the development of a salmon pate formulation with excellent nutritional and sensory properties, using by product components from the salmon industry. The optimized formulation was obtained using the response surface methodology. A 2^n factorial and a composite central rotatable design was applied in the experience. Salt and xanthan hydrocolloid gum were the selected independent variables and sensory quality the response variable. Statistical analysis was utilized to estimate the fitted model. The optimum combination of selected experimental variables were 1.5% salt and 1.35% xanthan gum. Data from the chemical characterization of salmon pate showed an important protein content (20%) greater than liver pate (11.5%) and trout pate (14.7%). With regard to fat content, the concentration of this component in salmon pate was half the concentration found in liver pate. The shelf life of the optimized formula determined at 3°C and 18°C were 18 days and 8 days respectively.

Key words: Atlantic salmon, pate, sensory characterization, surface methodology, shelf life.

nacional, se ha generado una gran cantidad de desechos orgánicos (representando aproximadamente entre un 15 a 20% de la producción bruta del salmón), con un alto potencial de diseminación a través de corrientes de agua tanto subterráneas como aguas superficiales, comprometiendo la explotación agrícola de terrenos fértiles y, además un impacto negativo sobre el medio ambiente. Debido a esta realidad, e invocando razones nutricionales, económicas y ecologistas, se plantea como alternativa desarrollar productos alimenticios a base de desechos de pulpa de salmón. El estudio pretende demostrar que es factible aprovechar ciertos materiales de descartes provenientes de la industrialización de estos recursos marinos, y procesarlos para elaborar alimentos tipo embutidos, lo que se traduciría en varias ventajas tales como, disminución de la contaminación por una menor descarga de

residuos industriales al medio ambiente, incorporación de mayor valor agregado a productos derivados de la industrialización del salmón, además de aprovechar recursos marinos ricos en ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (w-3), extensamente reportado en la literatura científica por su reconocida influencia en la reducción de enfermedades cardiovasculares. Entre estos bio-componentes destacan entre otros, el ácido eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) (4-12).

Al respecto es interesante destacar en la composición química del salmón atlántico el contenido de materia grasa que llega a un 12% aproximadamente, la que se desglosa de la siguiente manera: ácidos grasos saturados 16%; monoinsaturados 35% y poliinsaturados 40% (entre ellos el DHA y EPA)(13).

Considerando estos antecedentes, el objetivo de este estudio será desarrollar una formulación optimizada de un embutido untado tipo paté, utilizando para este fin descartes de pulpa congelada de salmón, empleando la Metodología de Superficie Respuesta (14-19).

MATERIALES Y METODOS

Elaboración del paté de salmón

El producto se elaboró de acuerdo a procedimientos similares a los practicados para la fabricación de embutidos cocidos (20,21). Descartes de pulpa congelada de salmón atlántico (*Salmo salar L.*) donados por la empresa MariFarm Chile, S.A. de la ciudad de Puerto Mont, Chile, fueron utilizados para la elaboración del paté. Cloruro de sodio (NaCl) y goma xantana a diferentes concentraciones fueron incorporados a las formulaciones experimentales (Tabla 1). Manteca vegetal (10%) se adicionó para darle mejores características de untabilidad al paté, eritorbato de sodio (0,1%) fue seleccionado por sus características antioxidantes, sorbato de potasio (0,1%) y nitrito de sodio (0,0125%) como agentes preservantes, manteniendo constante sus concentraciones en las formulaciones experimentales.

TABLA 1
Formulaciones experimentales del paté de salmón

Ingredientes	Rango de concentración g/100g
Pulpa de salmón	suficiente para 100 g
Cloruro de sodio	0.51 - 2.50
Goma xantana	0.01 - 2.00
Manteca vegetal	10
Eritorbato de sodio	0.1
Sorbato de potasio	0.1
Nitrito de sodio	0.0125

La pulpa se procesó térmicamente en una marmita de acero inoxidable USINOX, a una temperatura de 95°C por 60

minutos con agitación constante, para reducir la actividad enzimática y carga microbiana. Después de enfriarlo a 10°C, la pulpa fue picada en un cutter hasta lograr una textura suave, mezclándose luego con el resto de los ingredientes. Con la ayuda de una embudidora manual (modelo Trespade) se envasó la mezcla usando tripas sintéticas (marca Naloflex), que poseen muchas ventajas para envasar este tipo de producto, tales como, retracción elástica, resistencia al roce, resistencia al calor y frío, esterilizable, olor y sabor neutros, entre otras características, fraccionándose en unidades de 100 g. Las unidades de paté se sometieron a un escaldado térmico, calentándolas en baño maría a 100°C por 5 minutos a fin de reducir la carga microbiana y contraer el envase sintético. Finalmente, se almacenaron a 2°C ± 0.1°C.

Diseño experimental superficie de respuesta

Para determinar la mejor combinación de goma xantana y sal se utilizó un diseño central compuesto rotatorio factorial 2ⁿ. Se trabajó con cinco niveles de concentración de cada variable independiente obteniéndose 9 formulaciones experimentales de paté (Tabla 2).

TABLA 2
Matriz de diseño de formulaciones de paté de salmón

Experimento	X1*	X2*
1	-1	-1
2	1	-1
3	-1	1
4	1	1
5	-alfa	0
6	+alfa	0
7	0	-alfa
8	0	+alfa
9	0	0

* X1 Cloruro de sodio - alfa= 0.51; -1=0.80; 0=1.50; +1=2.20; +alfa= 2.50

**X2 Goma xantana -alfa= 0.01; -1=0.30; 0=1.00; +1=1.70;+alfa=2.00

Para predecir el efecto de las variables independientes sobre la calidad sensorial, se aplicó un modelo matemático polinomial de segundo orden que se describe en la siguiente ecuación:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{12}X_1X_2$$

donde

X₁ : concentración de sal (%)

X₂ : concentración de goma xantana (%)

Y : calidad sensorial

b₀, b₁, b₂, b₁₁, b₂₂, b₁₂ : coeficientes de regresión.

Mediante un análisis de regresión múltiple se determinaron los coeficientes de regresión con la ayuda del programa computacional Statgraphics 7.0, el que permite también obtener el gráfico tridimensional de superficie y el mapa de contorno. El ajuste del modelo se evaluó mediante un análisis de varianza, y finalmente se calculó el coeficiente de determinación R².

Evaluación sensorial

Las muestras experimentales fueron sometidas al test de puntaje compuesto (22) para determinar la calidad sensorial, trabajando con un panel de 12 jueces entrenados y una escala no estructurada de longitud 7 cm con valores extremos: de «muy malo» y «muy bueno» respectivamente. Los parámetros considerados como importantes en la calificación de la calidad sensorial fueron sabor, consistencia y apariencia.

Análisis proximal y microbiológico

Se caracterizó químicamente la materia prima y el paté de salmón, determinándose el porcentaje de humedad, extracto etéreo, proteínas (Kjeldahl N x 6,25), cenizas, fibra cruda, y por diferencia el contenido de carbohidratos, de acuerdo a los procedimientos establecidos por la AOAC (23). La calidad microbiológica del paté fue también evaluada (24). Se practicaron los siguientes análisis: Recuento total de aerobios mesófilos en Agar Plate-Count, incubando las muestras a 35°C por 48 horas. Para el recuento de hongos y levaduras se utilizó el agar papa-glucosa, incubando las muestras a 25°C por 5 días.

Otras determinaciones

Muestras del producto optimizado fueron almacenadas a 3°C y a temperatura ambiente (18°C), para determinar bajo estas condiciones su estabilidad al almacenamiento, período durante el cual se evaluaron las siguientes características: pH (pH-metro digital Orion-501); actividad de agua (aw) (equipo Luft); color (escala de colores de la Norma UNE 48-103-94); índice peróxido (25). Finalmente se hicieron determinaciones de porcentaje de pérdida de peso mediante el registro periódico de los pesos de las muestras almacenadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Superficie de respuesta

Aplicando el análisis de regresión múltiple, se determinaron los coeficientes de regresión lineal y cuadráticos de la ecuación característica:

$$Y = 6,30 + 0,11X_1 + 0,75X_2 - 1,04X_{11} - 0,62X_{22} - 0,25X_{12}$$

Estos coeficientes, así como la significancia estadística se muestran en la Tabla 3. Del análisis estadístico se concluye que los coeficientes correspondientes al efecto lineal y

cuadrático de X₂ (% goma) y el efecto cuadrático de X₁ (% sal) afectan significativamente al modelo (p<0,01). Asimismo el coeficiente de determinación R² fue de 0,88 (significativo al p<0,01). Este resultado implica que el 88% de la calidad sensorial del paté es explicada por los cambios de las variables cloruro de sodio y goma xantana.

TABLA 3
Análisis de regresión de la calidad sensorial de las formulaciones de paté de salmón

Variable independiente	Coefficiente de regresión	Valor t
Constante	b0	6.3
X1	b1	0.11
X2	b2	0.75
X1 ²	b11	-1.04
X2 ²	b22	-0.62
X1X2	b1,2	-0.25

X1= sal; X2= goma xantana

* significativo al p<0.01

Coefficiente de determinación ajustado R² = 0.83 (significativo al p<0.01)

De acuerdo al análisis de varianza para los coeficientes de regresión (Tabla 4), el modelo evaluado es válido para medir el efecto de las variables X₁ y X₂ sobre la calidad sensorial (p<0,05).

TABLA 4
Ajuste del modelo matemático del paté de salmón

Efecto	Sum. Cuadrado	g. libertad	Valor F	Probab.
Modelo	14.07	5	13.12	0.02
Error falta ajuste	1.19	3	5.31*	0.07
Error puro	0.30	4		

* No significativo al p<0.05

Gráficas de superficie de respuesta

El gráfico de superficie de respuesta (Figura 1) muestra la influencia de las variables independientes sobre la calidad sensorial del paté de salmón. La máxima respuesta en el mapa de contorno (Figura 2) corresponde a 6,44 situándose dentro de la zona de «muy bueno» de la escala no estructurada y que se obtuvo al combinar 1,50% de sal y 1,35% de goma.

FIGURA 1
Efecto de las variables sal y goma xantana en la calidad sensorial de paté de salmón

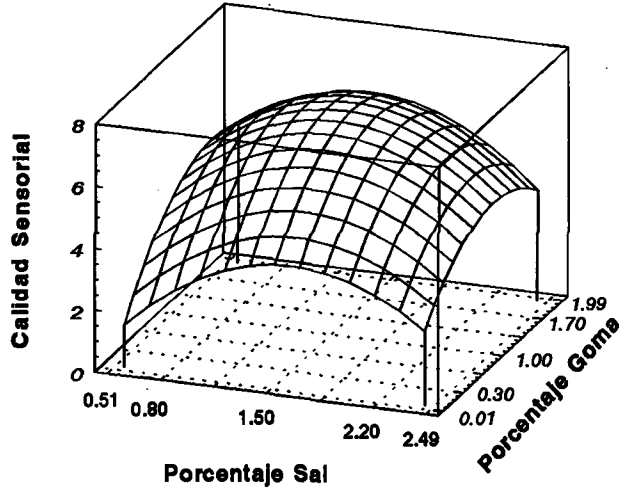
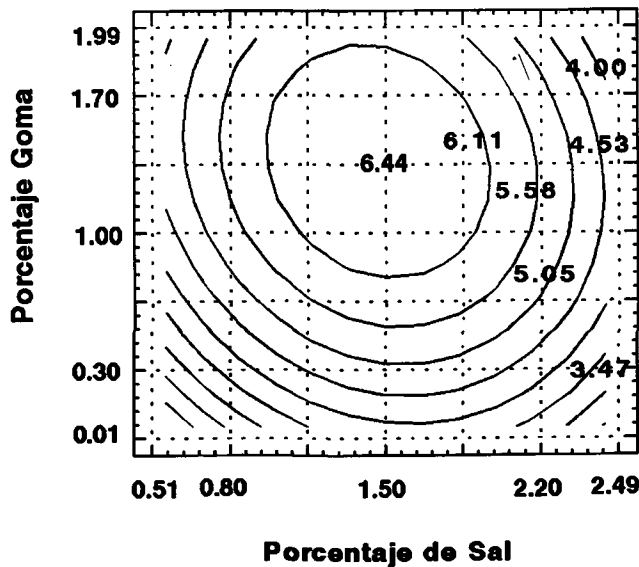


FIGURA 2
Mapa de contorno del efecto de sal y goma xantana en la calidad sensorial de paté de salmón



Análisis proximal

En la Tabla 5 se presenta la formulación final optimizada de paté de salmón, la cual se obtuvo mediante la metodología de superficie de respuesta anexándose además, para facilitar la comparación, el aporte químico nutricional de productos

comerciales equivalentes, representados por paté de hígado de cerdo (26), salchicha de sardina con pollo (27) y paté de trucha(28). Con relación al contenido proteico, la formulación de salmón presenta el mayor porcentaje (20%), muy superior a los encontrados en trucha (14,7%) e hígado de cerdo (11,5%). En lo que respecta al extracto etéreo, el contenido de materia grasa en la formulación experimental es consecuencia, por un lado, del carácter graso de la pulpa utilizada para la elaboración de paté de salmón y por el otro, de la manteca que se utilizó para mejorar la untabilidad del producto. El contenido graso sobresale nítidamente a los otros productos siendo sólo inferior al paté comercial de hígado de cerdo en cuya formulación un componente importante es el tocino o gordura de cerdo.

TABLA 5
Análisis proximal de la pulpa de salmón y las formulaciones de paté (g/100g)

Componentes	Pulpa de salmón	Paté de salmón	A	B	C	D
Humedad	62.16	51.89	71.11	66.10	73.00	42.30
Proteínas*	16.54	20.13	18.41	18.20	14.70	11.50
E. Etéreo	20.28	26.31	1.49	5.80	9.20	42.00
Cenizas	0.95	1.02	2.29	3.60	—	2.90
Fibra cruda	—	—	—	—	—	—
Carbohidratos**	0.07	0.65	6.7	6.10	3.00	1.3

*%N x 6.25 **Por diferencia
A= Salchicha de sardina con pollo (27)
B= Embutido de pescado (Hing et al, 1972)
C= Paté de trucha (28)
D= Paté comercial (26)

Ensayos de vida útil

Con relación a los ensayos de estabilidad al almacenamiento, las Tablas 6 y 7 resumen la evolución de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las muestras de paté de salmón almacenadas a 3°C y 18°C, respectivamente. A medida que transcurre el tiempo se observa un incremento sostenido de la carga microbiana, siendo mayor a condiciones ambientales (18°C), lo que se explica porque el producto fue solamente escaldado. Si se toman en consideración las recomendaciones del reglamento sanitario chileno de alimentos (29), que fija como límite máximo 3×10^5 unidades formadoras de colonias para aerobios mesófilos y 1×10^3 unidades formadoras de colonias para levaduras y hongos, debemos concluir por razones de seguridad alimentaria, que no es recomendable almacenar este producto mas allá de 7 días a temperatura ambiente y 18 días a temperatura de refrigeración.

TABLA 6
Resultados de los ensayos físicos, químicos y microbiológicos del paté de salmón almacenado a 3°C

Días	Pérdida de peso (%)	a _w	pH	I.P. meq/kg lípido	Recuento Total*	Hongos y levadura*	L**	a**	b**
0	0	0.86	6.40	3.14	N.D.	N.D.	78.85	16.99	17.62
3	0	0.86	6.40	3.14	N.D.	N.D.			
6	0.04	0.87	6.39	3.18	N.D.	N.D.			
7	—	—	—	—	N.D.	N.D.			
10	0.32	0.87	6.38	3.22	N.D.	N.D.			
11	0.40	—	—	—	—	—			
13	0.43	0.88	6.37	3.29	—	—			
14	0.46	—	—	—	5.1x10 ³	N.D.			
17	0.52	0.89	6.36	3.31	2.9x10 ⁵	5.6x10 ²	78.85	16.99	17.62
20	0.62	0.89	6.36	3.37					

I.P.= Índice peróxido; *UCF/g; **Unidades de color; N.D.= no detectado

TABLA 7
Resultados de los ensayos físicos, químicos y microbiológicos del paté de salmón almacenado a 18°C

Días	Pérdida de peso (%)	a _w	pH	I.P. meq/kg lípido	Recuento Total*	Hongos y levadura*	L**	a**	b**
0	0	0.86	6.40	3.14	N.D.	N.D.	78.85	16.99	17.62
3	0	0.86	6.40	3.14	N.D.	N.D.			
6	0.52	0.89	6.37	3.4	N.D.	N.D.			
7	—	—	—	—	4.1x10 ⁴	8.1x10 ²			
10	2.14	0.91	6.36	3.57	2.0x10 ⁷	9.1x10 ³			
17	3.94	0.92	6.17	4.16	—	—	80.78	13.88	15.08

I.P.= Índice peróxido; *UCF/g; **Unidades de color; N.D.= no detectado

El valor pH del paté se mantuvo relativamente parejo durante el período de almacenamiento refrigerado, detectándose una marcada tendencia a la disminución cuando el paté se almacenó a temperatura ambiente. La actividad de agua de 0,86 (una de las variables más importantes que afecta la vida útil de los productos alimenticios) no mostró variaciones de importancia que pudieran afectar la estabilidad del producto. Tomando en cuenta el elevado contenido de materia grasa del paté de salmón (26%), fue necesario en esta etapa del estudio determinar el grado de deterioro oxidativo de los compuestos grasos de la pulpa de salmón, muy ricos en ácidos grasos polinsaturados. Los valores de índice peróxido determinados para las dos temperaturas de almacenamiento si bien sufren ligeras modificaciones, se mantienen relativamente constantes durante todo el período de tiempo estudiado, sin alcanzar el límite de rancidez detectable organolépticamente, que es de 10 meq peróxido/K de lípido. Esta estabilidad del producto es debida a los antioxidantes adicionados a la formulación, como también a la tripa sintética opaca utilizada para envasar el paté. Al término del ensayo de estabilidad, el color rosado típico se mantuvo inalterado en el paté refrigerado, variando ligera-

mente de color rosado intenso a color rosado claro cuando el producto se almacenó a temperatura ambiente.

CONCLUSIONES

Se demostró la factibilidad de elaborar, a base de descartes de la industria del salmón, un embutido tipo paté con una óptima calidad sensorial.

Por su composición química se trata de un producto interesante y adecuado desde el punto de vista nutricional, por su contenido en proteínas (20%) y componentes grasos de tipo marino, ricos en ácidos grasos polinsaturados del tipo omega-3. Este último antecedente es importante pues tiene relación con aspectos de salud que responden a las nuevas tendencias del mercado consumidor, de tener acceso a productos alimenticios funcionales, que además de su función energética o de reposición de tejidos, posean además características que ofrezcan un beneficio de la salud de las personas.

Resultados del estudio de estabilidad durante el almacenamiento demostraron que el tiempo de vida útil del paté de salmón fue de 18 días a una temperatura de 3°C, y 8 días

a temperatura ambiente (18°C), datos que concuerdan con otros tipos de productos comerciales equivalentes.

Tomando en consideración aspectos ecológicos, el desarrollo de esta formulación presenta además otras ventajas pues la utilización de parte de estos desechos contribuiría a la protección del medio ambiente, reduciendo el nivel de descarga de residuos orgánicos al entorno.

REFERENCIAS

- Méndez A. Salmón. Futuro con valor agregado. *Aquatic International*. 1997;30: 6-10.
- Santa María C. El terremoto salmón. *Trizaron la joyita*. Diario El Mercurio. Santiago, Chile. Julio. 1997
- Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Estadísticas de exportación de productos marinos. 1998.
- Masson L, Mella LA. Materias grasas de consumo habitual y potencial en Chile. Composición en Acidos Grasos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Edit. Universitaria. 1985.
- Arteaga A. Acidos Grasos Omega-3 y Salud. *Revista Chilena de Nutrición*. 1997;15(2):75-80.
- Uay R. Essentiality of Omega-3 Fatty Acids during Development. *Rev Chil Nutr*. 1992;20 (1): 7-15.
- Van de Broek A. Functional Foods *International Food Ingredients*. 1993;1-2: 4-10.
- Hoogenkamp H. Lifestyle and Foods. *International Food Ingredients*. 1994;3: 23-29.
- Kawazoe K. Market Trends of functional foods and food ingredients in Japan. *International Food Ingredients*. 1994;5:43-45.
- Lauritzen D. Food Enrichment with marine Omega-3 Fatty Acids. *International Food Ingredients*. 1994;1: 41-44.
- Kinsella JE. Food components with potential therapeutical benefits: The n-3 Polyunsaturated Fatty Acids of Fish Oil. *Food Technol*. 1986;40(2):89-97.
- Kinsella JE. Food Lipids and fatty acids: Importance in food quality, Nutrition and Health. *Food Technol* 1988;42 (10):124-144.
- USDA Agricultural Handbook Atlantic salmon nutritional composition. 12. 1998.
- Giovanni M. Response Surface Methodology and Product Optimization. *Food Technol* 1983;37(11):41-45.
- Gacula M and Singh J. *Statistical methods in food and consumer research* Academic Press, Inc. Orlando, Florida. 1984.
- Lawson J, Madrigal JL, Erjavec J. Estrategias experimentales para el mejoramiento de la calidad en la industria. Grupo Editorial Iberoamerica. 1992;187-189.
- Floros JD and Chimman MS. Computer graphic assisted optimization for product and process development. *Food Technol*. 1988;42:72-78.
- Diezack JD. Taking the gamble out of product development. *Food Technol*. 1990;44 (1):110-117.
- Henika RG. Use of response surface methodology in sensory evaluation. *Food Technol*. 1982;36: 92-106.
- Prandl O, Fisher A, Schmidhofer T, Sinell JH. *Tecnología e Higiene de la carne*. Edit. Acribia. S.A. Zaragoza. España. 1994.
- Weinacker K, Bitner S. Materiales de envase para cecinas. *Rev. Alimentos* 1990;2(15):17-27.
- Wittig de Penna E. Evaluación sensorial, una metodología actual para Tecnología de los Alimentos. Talleres gráficos USACH, Santiago. 1982.
- Association of Official Analytical Chemist. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 13th Edition. Washington D.C. The Association. 1990.
- Refai MK. *Manuales para el control de calidad de alimentos. Análisis Microbiológicos*. Organización de las Naciones Unidas (ONU) para la Agricultura y la Alimentación. 1981.
- Schmidt Hebbel H. *Ciencia y Tecnología de lo Alimentos*. Edit. Alfa, Beta. Santiago, Chile. 1981.
- Schmidt-Hebbel H, Pennachiotti I. *Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos*. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Edit. Universitaria. 1994.
- Irribarren N, Murray R, Calfa A, Marquez M, Guiza V. Salchicha de sardina (*Sardinops sagax*) con color y sabor a carne de pollo. *Proceedings X Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Pucón, Chile. 1993.
- Meals for You. Trout paté. Internet. 1998.
- Reglamento Sanitario de los Alimentos. Ministerio de Salud Pública. Santiago de Chile 1997.

Recibido:12-02-1999

Aceptado:23-07-1999