

## Desarrollo de una formulación de paté a base de descartes de pulpa de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*)

Mario Villarroel, Julia Hazbun, Pamela Morales

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

**RESUMEN.** Se desarrolló una formulación optimizada de paté utilizando descartes de pulpa de trucha arcoiris utilizando la metodología Taguchi teniendo en cuenta que sus beneficios sobre la salud lo convierte en una alternativa viable interesante como un producto con características funcionales para ayudar a los consumidores a tener un estilo de vida saludable. El proceso de optimización se llevó a cabo en dos etapas. Primero se ocupó el arreglo ortogonal  $L_8 2^7$  con 7 variables independientes para seleccionar los factores de control que tuvieran un efecto significativo sobre la calidad sensorial (C.S.) quedando finalmente seleccionadas: ají merkén, cloruro de sodio, manteca vegetal junto con el arreglo ortogonal  $L_9 3^4$ . Las respuestas de C.S. fueron sometidas a un análisis estadístico de diferencias de magnitud de promedios y análisis de varianza (ANOVA) determinándose que los factores que influyeron significativamente ( $p < 0.05$ ) en la C.S. fueron ají merkén, cloruro de sodio y margarina. La combinación óptima resultante fue: ají merkén 0.7%, cloruro de sodio 1.3%, manteca vegetal 5.2% y margarina 5.2%. Con respecto a su caracterización química, destacaron proteínas 13.8%, extracto etéreo 10.2%, densidad energética 175 Kcal/100 g y colesterol 46.6 mg/100g. Los resultados de estabilidad al almacenamiento durante un período de seis semanas a 5°C expresados como recuento aerobios mesófilos (RAM) e índice peróxidos (I.P.) fueron  $1.6E+0.4$  ufc/g y 8.44 meq  $O_2$ /Kg. grasa respectivamente, ambos inferiores a los máximos permitidos por la reglamentación chilena. Con respecto a la aceptabilidad del producto fue de 91% y el 87% de los encuestados estaría dispuesto a comprarlo.

**Palabras clave:** Formulación de paté, trucha arcoiris, metodología Taguchi, optimización, calidad sensorial.

### INTRODUCCION

Actualmente, el esfuerzo de muchas empresas y en particular las pesqueras es utilizar al máximo la materia prima que llega a sus plantas de proceso para abaratar costos y disminuir los desechos orgánicos que se arrojan al medio ambiente. El año 2007 el Servicio Nacional de Pesca de Chile (1) informó que la extracción total de productos marinos en Chile registrada al mes de Junio, 2008 alcanzó las 318.000 ton, cifra superior en un 11 % a la registrada a igual período del 2007 siendo los principales recursos a nivel nacional salmón atlántico (*Salmo salar*), chorito (*Mytilus chilensis*) y trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), aportando

**SUMMARY: Development of a paté formulation basis on rainbow trout discards.** An optimized formulation of pate was developed using rainbow trout discard with the employment of Taguchi methodology, taking into account that the health-promoting benefits of this resource makes it a viable alternative as a functional foods to help consumers to get a healthy lifestyle. The optimization process utilizing Taguchi methodology was carried out in two phases. First, an orthogonal array  $L_8 2^7$  with seven independent variables was chosen to select the control factors with a significant effect on the sensory quality (SQ). As a result, the following independent variables were selected: merkén pepper, sodium chloride, vegetal lard and margarine. In the second stage the  $L_9 3^4$  orthogonal array was used. Data were analysed using differences between average values of factors according working levels, and also ANOVA, summing up that merken pepper, sodium chloride and margarine showed a significant effect ( $p > 0.05$ ) on the SQ. Best combination turned to be: merkén 0.7%, sodium chloride 1.3%, vegetal lard 5.2% and margarine 5.2%. Among the chemical characteristics highlighted protein 13.8%, lipid 10.21%, caloric density 175 Kcal/100g and cholesterol 46mg/100g. Shelf life study during a period of time of 6 weeks at 5°C expressed as mesophyl aerobic count (MAC) and peroxide index were  $1.6E+0.4$  ufc/g and 8.44 meq  $O_2$ /Kg respectively, both characteristics lower than the maximum limits allowed for chilean regulations. Concerning to the acceptability of the optimized product the hedonic test showed 91% approval and also 87% of consumers would be well disposed to buy this product.

**Key words:** Paté formulation, rainbow trout, taguchi methodology, optimization, sensory quality.

respectivamente el 36%, 32% y 21% del total producido (2,3). Por otra parte, las exportaciones de salmón y trucha, en los primeros siete meses de la temporada 2008 totalizaron 279.291 ton netas, lo que implicó un aumento en los envíos al exterior de 16% en volumen con respecto a igual periodo del año anterior (3).

En cuanto a la industrialización de salmón y trucha arcoiris, como resultado del acelerado crecimiento de la creciente demanda internacional se ha generado una cantidad importante de desechos orgánicos (10% a 20%) con un peligroso impacto de diseminación de los residuos a través de corrientes de aguas, comprometiendo la explotación agrícola y la calidad de vida de los habitantes cercanos a estas zonas industriales.

Tomando en cuenta esta realidad se plantea darle otros destinos a estos desechos con un mayor valor agregado, uno de los cuales podría ser la elaboración de paté. Al respecto, el paté, tanto por su llamativa presentación comercial así como por la variedad de sus sabores (4-6) ha mostrado un crecimiento sostenido en su producción en nuestro país y comercialización a partir del año 2001, año en el cual, sobre la base de un esfuerzo de la Asociación de Industrias de Cecinas y con la colaboración del INE (Instituto Nacional de Estadística), se implementó una encuesta de carácter nacional que permitió conocer el volumen de producción de todos los productos de la industria cecinera, de los cuales el paté mostró un franco crecimiento, llegando el año 2005 a 12.113 ton, correspondiente al 10 % de la producción total de cecinas (4) tendencia que se ha mantenido hasta ahora., obteniéndose las siguientes ventajas: reducción del grado de contaminación ambiental por disminución de la descarga de desechos de este recurso al medio ambiente; incorporación de valor agregado a productos desarrollados y, lo mas importante desde el punto de vista de nutricional y de salud de la población, ampliar la gama de productos acuícolas ricos en ácidos grasos poliinsaturados omega 3 EPA y DHA (7,8) reconocidos por sus características funcionales en la prevención y reducción de enfermedades cardiovasculares (8). Tomando en cuenta estos antecedentes se pretende aplicando la metodología Taguchi desarrollar una formulación optimizada de paté de óptima C.S. utilizando para ello descartes de trucha arcoiris.

## MATERIALES Y METODOS

### Materias primas

Descartes congelados de pulpa de trucha arcoiris libres de espinas y piel fueron donados por la empresa Sociedad Pesquera Landes S.A. de la ciudad de Talcahuano, Chile. En la elaboración del paté se siguió el procedimiento utilizado para la fabricación de embutidos cocidos (9) utilizando cloruro de sodio y ají merken como saborizantes y manteca vegetal y margarina para mejorar la consistencia, suavidad y untabilidad en concentraciones variables en las muestras experimentales por ser los factores de control seleccionados para optimizar la calidad sensorial (C.S.) y Relación Señal/Ruido (S/R) del producto. El resto de los ingredientes tales como carragenina, almidón de maíz, mono y diglicéridos y sorbato de potasio que mantuvieron constantes sus concentraciones fueron adquiridos en el mercado local. La pulpa previamente descongelada a 5°C durante 12 horas se sometió a un tratamiento térmico en un baño termostático Memmert, a una temperatura de 80°C, agregando almidón de maíz y agitando a una velocidad de 120 rpm por 15 minutos. Terminado este tiempo se aumentó la temperatura a 90°C, para asegurar la gelificación del almidón, agitando 5 minutos más.

Terminada esta etapa, se disminuyó la temperatura dejan-

do la muestra en reposo en un refrigerador por aproximadamente 2 horas. Posteriormente, se homogeneizó la muestra durante tres minutos usando una mezcladora Somela cuidando que la temperatura no sobrepasara los 16°C. Luego, se añadió el resto de ingredientes mezclándolos en una procesadora marca Kitchen Aid Inc., utilizando una velocidad de agitación de 60 rpm. La emulsión formada se envasó en potes herméticos de plástico, y se pasteurizó por 15 min a 90°C en baño maría. Finalmente, las muestras se almacenaron en una cámara de refrigeración a 5°C para su caracterización.

### Diseño experimental

En este estudio resultó muy conveniente de acuerdo con la metodología Taguchi (10) practicar una depuración de factores de control utilizando el arreglo ortogonal  $L_9$  que permitió simplificar el diseño obteniendo como resultado que de siete factores inicialmente sugeridos se logró disminuirlos a 4 como los más importantes.: ají merken, cloruro de sodio, manteca vegetal y margarina. Para encontrar la mejor combinación de las cuatro variables para producir un paté de trucha con la mejor CS y S/R se llevó a cabo una experiencia utilizando el arreglo ortogonal  $L_9$  (Tabla 1).

TABLA 1  
Valores de Calidad Sensorial (C.S) y Señal/Ruido (S/R)  
utilizando el arreglo ortogonal  $L_9$

| P diseño | Ají Merken<br>(g/100g) | NaCL<br>(g/100g) | Manteca<br>(g/100g) | Margarina<br>(g/100g) | C.S* | S/R   |
|----------|------------------------|------------------|---------------------|-----------------------|------|-------|
| 1        | 1(0.2)                 | 1(0.5)           | 1(4.0)              | 1(4.0)                | 3.11 | 9.84  |
| 2        | 1(0.2)                 | 2(1.0)           | 2(6.0)              | 2(6.0)                | 3.90 | 10.77 |
| 3        | 1(0.2)                 | 3(1.5)           | 3(8.0)              | 3(8.0)                | 3.58 | 11.07 |
| 4        | 2(0.4)                 | 1(0.5)           | 2(6.0)              | 3(8.0)                | 3.46 | 10.77 |
| 5        | 2(0.4)                 | 2(1.0)           | 3(8.0)              | 1(4.0)                | 3.41 | 10.61 |
| 6        | 2(0.4)                 | 3(1.5)           | 1(4.0)              | 2(6.0)                | 4.06 | 12.16 |
| 7        | 3(0.8)                 | 1(0.5)           | 3(8.0)              | 2(6.0)                | 4.06 | 12.15 |
| 8        | 3(0.8)                 | 2(1.0)           | 1(4.0)              | 3(8.0)                | 3.97 | 11.96 |
| 9        | 3(0.8)                 | 3(1.5)           | 2(6.0)              | 1(4.0)                | 4.27 | 12.60 |

\*Promedio, n=2 Promedio Total 3.76 11.32

### Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a un análisis de diferencia de magnitud de promedios por factor de control y nivel de trabajo complementado con el análisis de varianza (ANOVA) para determinar los factores con mayor influencia sobre la respuesta, utilizando el software Qualitek-4 (10).

La información obtenida permitió finalmente determinar la ecuación teórica optimizada (ETO), para la cual se consideró el tipo de respuesta mayor es mejor. Este dato fue validado con la ejecución de un ensayo confirmatorio.

### Análisis sensorial

La C.S. definida como la suma de las características de color, sabor y consistencia, con sus correspondientes factores de importancia se obtuvo en sesiones de panel abierto participando 10 jueces entrenados. Para la evaluación de las muestras experimentales se utilizó el test de puntaje compuesto (11) y una escala analítico descriptiva de cinco puntos, que va desde 1 = Muy mala a 5 = Muy buena. Los parámetros considerados como importantes para incluirlos en la ecuación fueron color, sabor y consistencia. Las sesiones se llevaron a cabo en duplicado, obteniéndose un promedio total de respuestas, utilizando la *ecuación*.

$$C.S. = 0.232 * \text{Color} + 0.484 * \text{Sabor} + 0.279 * \text{Consistencia}$$

### Test hedónico

El producto optimizado fue evaluado para determinar el grado de aceptación y satisfacción de los consumidores por medio del test de aceptabilidad hedónico (11). 80 personas de ambos sexos, cuyas edades fluctuaban 10 a 60 años analizaron el paté de trucha arcoiris, para lo cual se utilizó una escala sensorial de cinco puntos, desde 1 = me desagrada mucho, hasta 5 = me agrada mucho.

### Procedimientos analíticos

El producto se caracterizó químicamente determinándose los porcentajes de humedad, extracto etéreo, proteínas (Nx 6.25), cenizas y contenido de carbohidratos (por diferencia), de acuerdo a los procedimientos estándares de la AOAC (12). Para determinar la actividad de agua se utilizó el Higrómetro Lufft Pert- Messer). El contenido de colesterol. se determinó por cromatografía gaseosa de acuerdo al método descrito por Kovacs et al. (13)

### Ensayo de estabilidad en el almacenamiento

Con el objeto de determinar la estabilidad de la formulación en el tiempo se almacenaron muestras de paté en pots plásticos herméticos a 5°C, por un período de seis semanas, tiempo en el cual se extrajeron muestras cada siete días y se analizó la evolución del crecimiento microbiano mediante el recuento de aerobios mesófilos (RAM) e índice de peróxidos (I.P.), de acuerdo a procedimientos descritos en el Manual de Técnicas Microbiológicas del Instituto de Salud Pública (14) y la Norma Chilena Oficial NCh 105 de 1980 (15), respectivamente.

## RESULTADOS

La Tabla 1 muestra el arreglo ortogonal que incluye las cuatro variables independientes y sus respectivos niveles de trabajo con la finalidad de analizar la magnitud de variación de la C.S; y S/R a medida que cambian las combinaciones de

los factores de control aplicando la alternativa “mayor es mejor”. De las nueve corridas experimentales destacó el punto de diseño 9 con valores para C.S y S/R de 4.27 y 12.60 respectivamente

Por su parte la Tabla 2 presenta los resultados del análisis de varianza que permite determinar la contribución de los factores de control sobre las respuestas C.S. y S/R destacando nítidamente los aportes de las variables ají merken y cloruro de sodio responsables del sabor con valores F de 31.14 y 12.49 y una contribución al comportamiento de la respuesta conjunta de 71%.

TABLA 2  
Análisis de varianza de los factores de control

| Fuente variación | g.l. | S.C. | Varianza | F <sub>experimental</sub> | % R <sup>2</sup> |
|------------------|------|------|----------|---------------------------|------------------|
| Ají Merkén       | 2    | 1.53 | 0.77     | 31.14*                    | 58.74            |
| Cloruro de sodio | 2    | 0.61 | 0.31     | 12.49*                    | 23.55            |
| Manteca vegetal  | 2    | 0.01 | 0.00     | 0.17                      | 0.33             |
| Margarina        | 2    | 0.23 | 0.12     | 4.72*                     | 8.89             |
| Error            | 9    | 0.22 | 0.02     |                           | 8.49             |
| Total            | 17   | 2.61 |          |                           | 100              |

\* F significativo  $p \leq 0.05$ ;  $F_{\text{tabla}} = 4.26$ .

La Tabla 3 muestra los ingredientes de la formulación optimizada de paté de trucha arcoiris una vez terminado la etapa experimental, donde se incorporaron los niveles de trabajo de las cuatro variables independientes 3 para ají merken y cloruro de sodio y 2 para manteca vegetal y margarina respectivamente, cifras que habían sido determinadas previamente.

TABLA 3  
Formulación optimizada de paté de trucha arcoiris

| Ingrediente                          | (g/100g) |
|--------------------------------------|----------|
| Pulpa de trucha arcoiris cocida      | 75.2     |
| Almidón de maíz                      | 8.6      |
| Margarina                            | 6.0      |
| Manteca vegetal                      | 6.0      |
| Cloruro de sodio                     | 1.5      |
| Carragenina                          | 0.9      |
| Ají Merkén                           | 0.8      |
| Mono y diglicéridos de ácidos grasos | 0.9      |
| Sorbato de Potasio                   | 0.1      |
| Total                                | 100.0    |

La Tabla 4 señala el análisis comparativo de la composición químico proximal de la formulación optimizada de paté de trucha arcoiris comparada con paté de salmón, hígado de ganso y ternera, destacando el alto contenido de humedad (67%), y bajos contenido de componentes grasos (10.2%),

densidad calórica (175 Cal) y colesterol (45%) que marcan la diferencia de este producto con los demás productos.

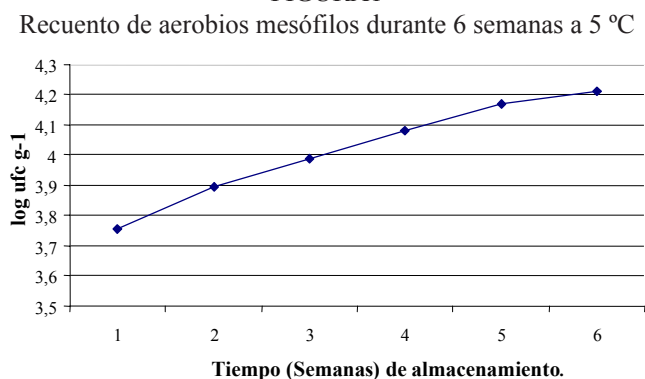
TABLA 4  
Composición química (g/100g) de paté de trucha arcoiris comparada con otros productos equivalentes

| Parámetros          | Paté trucha Arcoiris | Paté salmón de ganso(a) | Paté hígado ahumado (b) | Paté ternera(c) |
|---------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|
| Humedad             | 66.8                 | 51.9                    | 37.0                    | 42.3            |
| Cenizas             | 2.2                  | 1.1                     | 3.1                     | 2.9             |
| Extracto etéreo     | 10.2                 | 26.3                    | 43.8                    | 42.0            |
| Proteínas*          | 13.8                 | 20.1                    | 11.4                    | 11.5            |
| H. de Carbono**     | 7.0                  | 0.6                     | 4.7                     | 1.3             |
| Calorías            | 175                  | 320                     | 462                     | 492             |
| Sodio (mg/100g)     | 786                  | N.I***.                 | 697                     | 446             |
| Colesterol(mg/100g) | 45.6                 | 36.9                    | 150                     | 77.6            |

Fuente. (a) Villarroel et al (18); (b) USDA (7); (c) Echarte et al (20)  
\* Nx6.25; \*\*Por diferencia, \*\*\*No Informado

La vida útil de un alimento se define como el periodo de tiempo transcurrido desde la fecha de elaboración del producto hasta que alguno de los parámetros de calidad o la calidad total alcance el límite de deterioro tolerable (16,17) para lo cual interesa saber el tiempo que se puede mantener el alimento con un nivel de calidad óptimo, por lo que es de suma importancia conocer estos cambios químicos y/o microbiológicos en función del tiempo durante el periodo de almacenamiento. La Figura 1 representa la estabilidad del paté de trucha bajo condiciones de baja temperatura tomando en cuenta que es un producto con una actividad de agua alta que lo hace vulnerable al desarrollo de microorganismos. Si se observa la tendencia del incremento de la carga microbiana, la respuesta siguió un comportamiento directamente proporcional al tiempo transcurrido suavizado por la baja temperatura de exposición de la muestra que permitió que al cabo de 6 semanas el producto todavía estaba en condiciones de ser consumido.

FIGURA 1



## DISCUSION

### Optimización utilizando la metodología Taguchi

En la Tabla 1 se muestran los resultados de C.S. y S/R que corresponden a los promedios de las respuestas entregadas por el panel de jueces. En ella se observa que el mejor resultado correspondió a la corrida experimental N° 9 con una combinación de niveles de las variables 3, 3, 2, 1 para los factores ají merken, cloruro de sodio, manteca y margarina respectivamente, con puntajes promedios de C.S. 4.27 y S/R 12.60, equivalentes a una calificación entre “Buena” y “Muy Buena” de acuerdo a la escala de evaluación sensorial empleada, caracterizado por presentar un color atractivo, sabor natural y agradable y una consistencia untada, homogénea, suave al paladar. Con respecto a la S/R esta respuesta tiene una gran importancia pues señala la robustez de la calidad del producto desarrollado frente a condiciones de ruido que pudieran afectar sus características sensoriales. En contraste, las peores combinaciones se produjeron en las corridas experimentales 1,2,3 y 4 donde predominaban los niveles de trabajo inferiores 1 y 2 destacando el punto de diseño 1 donde se obtuvo una calificación promedio para C.S. de 3.11 y 9.84 para S/R, considerada como “Regular” y caracterizada por presentar un color tenue, poco salado y consistencia deficiente valor inferior al promedio total de C.S de 3.76 y S/R de 11.32. Con respecto al análisis de diferencia de promedios por factor y nivel de trabajo los mejores valores correspondieron al nivel de trabajo mayor para los factores de control ají merkén y cloruro de sodio y nivel medio para los factores manteca vegetal y margarina. Por su parte el ají merkén fue el que mostró el mayor delta de respuesta de C.S., con un valor igual 0.71; seguido por el cloruro de sodio con un valor igual a 0.43 y margarina igual a 0.27, en tanto la manteca vegetal presentó la menor influencia con un valor de 0.05. Hay que tener en cuenta que mientras mayor sea el valor de delta mayor será la influencia de los factores de control sobre la respuesta. Este comportamiento demuestra que los factores de control de tipo saborizantes como merken y cloruro de sodio tienen mas influencia que las variables relacionadas con la consistencia del producto desarrollado. A su vez en este análisis se pudieron identificar los niveles de trabajo para obtener un producto de buena C.S. y S/R siendo la combinación óptima la integrada por ají merken, nivel 3 (0.8%), cloruro de sodio, nivel 3 (1.5%), manteca, nivel 2 (6%) y margarina, nivel 2 (6%).

Posteriormente, los datos fueron sometidos a un análisis de ANOVA con el propósito de determinar que factores influyeron significativamente ( $p \leq 0,05$ ) sobre la respuesta (Tabla 3). Estos fueron ají merkén, cloruro de sodio y margarina, con una contribución conjunta cercana al 91 % de la respuesta. Los resultados obtenidos demostraron que tanto el ají merken como el cloruro de sodio por sus efecto sobre el

sabor del paté resultaron ser los factores que más influyeron a la C.S. y S/R totalizando un 83% de contribución, resultados coincidentes con lo encontrado por Villarroel et al (18), seguido a distancia por la margarina con una participación cercana al 9%. En contraste la manteca vegetal fue el factor que menor impacto alcanzando solo un 0.33%.

A partir de la información obtenida se calculó el valor teórico optimizado de C.S. del paté de trucha utilizando para ello solo los niveles de trabajo óptimos de los factores que influyeron de manera significativa a la respuesta, obteniendo como resultado una C.S. de 4.51 equivalente a una calificación entre “Buena” a “Muy Buena”, por presentar un color atractivo, sabor excepcionalmente agradable y consistencia firme, suave y homogénea, que se validó realizando un test confirmatorio, para lo cual se elaboró una formulación experimental de paté de trucha arcoiris utilizando los niveles óptimos de trabajo de cada factor de control obteniéndose un valor de 4.6. Con este resultado, la formulación optimizada del paté de trucha se presenta en la Tabla 4.

### **Análisis proximal**

Con relación a las características químicas del producto optimizado y su comparación con productos similares (Tabla 4), el porcentaje de proteínas del paté en estudio (13.8%) es parecido al paté de atún (11%) y anchoveta (10%) según descrito por Aquerreta et al (19) y levemente mayor a los patés de hígado de ganso ahumado (11.4%) según la USDA (7) y ternera (11.6%) datos obtenidos por Echarte et al (20), excepto el paté de salmón (29%) encontrados por Villarroel et al (18). De los cuatro tipos de paté comparados es el que aporta menos contenido de grasa (10g/100g) seguido del paté de salmón. Tendencia que se repiten al usar otros productos marinos y/o acuícolas según Aquerreta et al (19). La situación es totalmente opuesta con patés elaborados con aves, porcinos, ternera los cuales son altamente energéticos por el contenido de grasa alrededor de 40% según Echarte et al (20). Es importante destacar que en el caso particular de las formulaciones de paté de trucha arcoiris y salmón éstas se caracterizan por ser fuentes ricas en ácidos grasos de cadena larga poliinsaturados omega 3 EPA y DHA de buena calidad nutricional y funcional de acuerdo a Aquerreta et al (19). La humedad del paté de trucha arcoiris fue de 66.7%, valor semejante al obtenido por los análisis en trucha arcoiris ahumada efectuados por Gaibor y Santos (21) y superando a las otras muestras que varían entre 37 y 52%. Finalmente es digno de destacar que el paté de trucha es el producto con menor densidad calórica (175 Kcal/100g), por lo tanto es considerado como liviano, según el artículo 120 del Reglamento Sanitario de los Alimentos. (22). Estos resultados difieren con los obtenidos por patés elaborados con hígado de porcino y ganso considerados como productos altamente energéticos (300-400 Kcal/100 g) según Aquerreta et al (19).

El paté es una de las variedades de las cecinas más apreciadas con una importante tradición gastronómica y muy buenas características sensoriales según Unlusayn et al (23) de gran demanda en nuestro país de acuerdo a información proporcionada por Manzini (4) La mayoría de estos productos tan apetecidos poseen un alto contenido de colesterol, debido a que gran parte de los ingredientes que se utilizan son de origen animal, como por ejemplo el paté de ternera. Por el contrario, el paté de trucha arcoiris posee un bajo contenido de colesterol (45.6 mg/100g) comparado con 150 mg/100 g para el paté de hígado de ganso ahumado y paté de ternera (102 mg/100g). Esta tendencia fue confirmada por Echarte et al. (20), resultado coincidente con paté de anchoveta (31.4 mg/100g encontrado por Aquerreta et al (19) y paté de salmón (36.9 mg/100 g) obtenido por Villarroel et al (18).

### **Determinación de actividad de agua**

La actividad de agua ( $a_w$ ) de la muestra optimizada de paté de trucha arcoiris fue 0.91. Este valor se obtuvo en primer lugar debido a la naturaleza de la pulpa de trucha, materia prima que se caracteriza por su elevado contenido de agua cercano al 67% (7,24), y segundo a la cantidad utilizada en la formulación optimizada que llegó a un 75%, así como la presencia de hidrocoloides y otros aditivos (Tabla 4), lo cual concuerda con estudios de Ramos (25).

### **Ensayos de vida útil**

En el caso del producto optimizado, se determinó el comportamiento de la formulación de paté bajo condiciones de almacenamiento a una temperatura controlada de 5°C y por un lapso de tiempo de seis semanas midiendo la variación del crecimiento de microorganismos aerobios mesófilos. Se pudo observar que a medida que transcurría el tiempo el crecimiento de microorganismos aumentaba hasta alcanzar un valor de RAM de  $1.6 \times 10^4$  ufc/g al cabo de 6 semanas resultado inferior al límite máximo permitido para embutidos cocidos de  $3 \times 10^5$  ufc/g según el Reglamento Sanitario de los Alimentos (22). Este dato concuerda con el obtenido por Gaibor y Saltos (21). Respecto al fenómeno de oxidación lipídica es costumbre si el producto es rico en materias grasa incorporar a la formulación antioxidantes como una medida de protección y alargamiento de la vida útil según recomendaciones de Halliday (26). En este estudio, el proceso de formación de peróxidos se incrementó conforme pasaban las semanas de almacenamiento hasta alcanzar un valor final de 8.2 meqO<sub>2</sub>/kg. grasa, valor inferior al límite de rancidez organoléptica detectable en lípidos. Según Schmidt Hebbel, un I.P. menor o igual a 5 indica una grasa o aceite fresco, mientras que un I.P. entre 10 y 20 indica el comienzo de la oxidación lipídica (27).

### **Test de aceptabilidad**

Se realizó un test de aceptabilidad como una forma de

averiguar si el producto satisfacía las expectativas del consumidor. El test se aplicó a un universo de 80 personas de ambos sexos obteniéndose un 91% de aceptabilidad en el universo encuestado sin mostrar señales de rechazo. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Aquerreta et al (19) en patés de atún y caballa. Con el fin de conocer la posibilidad de comercializar la formulación del paté también se les consultó si estarían dispuestos a comprar el producto si estuviera en el mercado resultando que el 87% contestó afirmativamente.

### CONCLUSIONES

Fue factible desarrollar una formulación de paté de trucha arcoiris utilizando descartes de pulpa de esta especie con muy buena calidad sensorial utilizando la metodología Taguchi. Los factores que tuvieron una mayor influencia significativa en la C.S. fueron cloruro de sodio, merkén y margarina, contribuyendo en total con un 91% de la respuesta. Por su composición química se trata de un producto con muchas ventajas tanto nutricionales como funcionales destacando su aporte en proteínas, bajo contenido en grasa de buena calidad por su contenido de ácidos grasos poliinsaturados, bajo aporte calórico y bajo contenido de colesterol. Se demostró que el producto optimizado puede mantenerse almacenado bajo condiciones controladas de temperatura y tiempo mostrando valores microbiológicos e índice de peróxidos bajo los límites máximos permitido por la normativa chilena. Se comprobó además que el paté de trucha arcoiris es un producto con una buena aceptabilidad. En lo que respecta a consideraciones de tipo ecológico, el uso de desechos de la actividad industrial tiene entre sus ventajas reducir la descarga de residuos al medio ambiente contribuyendo a la protección del medio ambiente.

### REFERENCIAS

- Sernapesca Regional: VIII Región. Actividad pesquera de la VIII Región. 2007. [http://www2.sernapesca.cl/paginas/sitios\\_regionales/index.php?c=001003008](http://www2.sernapesca.cl/paginas/sitios_regionales/index.php?c=001003008). Visitada Agosto de 2007.
- TechnoPress S.A. Cosechas acuicolas crecen un 30% en el primer semestre. <http://www.aqua.cl/noticias/index.php?doc=19449>. Noticia publicada el 28/08/2008.
- TechnoPress S.A. Exportaciones de salmónidos se mantienen respecto al 2007. 2008. Disponible en <http://www.aqua.cl/noticias/index.php?doc=26364>.
- Manzini A. Suplemento Mercado Mayorista. Artículo Nuevos sabores son el aroma de seducción de paté. 2007. Disponible en <http://www.lun.com/Modulos/Catalogo/indextm?diaEA=20&mesA=8&anioEA=2007&loadEA=1>.
- Macias A. Industria Cecinera, Ingredientes no Cárnicos. Industria de Alimentos. 2001;17:57-59
- Lesur L. Manual de Salchichonería: una guía paso a paso. Editorial Trillas. México, 1999.
- USDA. Nutrient data laboratory. Agricultural Research Service. Disponible en <http://www.usda.nal.gov>
- Araya H, Lutz M. Alimentos funcionales y saludables. Rev. Chil. Nutr. 2003; 30 (1): 8-14
- Macias A. Embutidos, una larga y deliciosa existencia. Industria de Alimentos. 1998; 1(5):8-
- Roy R. Design of experiments using the Taguchi Approach. Edit. John Wiley&Sons, INC. New York. 2001.
- Wittig de Penna E. Evaluación sensorial. Una metodología actual para la Tecnología de Alimentos. Edit. Talleres Gráficos USACH. Santiago. Chile. 1981.
- Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis of the AOAC. 13<sup>th</sup> Edition Washington D.C. The Association, 1990.
- Kovacs M, Alderson W. A simple method for determination of cholesterol and some plant sterols in fishery based food product. J. of Food Science. 1979; 44: 1301-05
- Instituto de Salud Pública. Manual de técnicas microbiológicas para alimentos y aguas. Edit. Andros. Santiago, Chile. 1998.
- Norma Chilena Oficial. Cuerpos grasos de origen animal y vegetal – determinación del índice de peróxido. NCh105. Of.80. Primera edición. Chile, 1980
- Gardiman G y Wittig de Penna E. Fideos enriquecidos con harina de lupino dulce desgrasada: Aspectos de calidad, aceptabilidad y vida útil. Rev. Chilena de nutrición. 1984, 12(13): 198.
- Casp Ana y Abril José. Procesos de conservación de alimentos. Colección Tecnología de alimentos. Ediciones Mundi-Prensa. España, 1998.
- Villarroel M, Uquiche E, Francois JP. Caracterización sensorial de paté a base de descartes de pulpa de salmón utilizando la metodología superficie de respuesta. Arch. Latinoamer Nutr. 1999; 49(3):265-270.
- Aquerreta Y, Astiasaran I, Mohino A, Bello J. Composition of patés elaborated with mackerel flesh and tuna liver: comparison with commercial fish patés. Food Chemistry.2002; 77:147-153.
- Echarte M, Conchillo A, Ansorena D and Astiasarán I. Evaluation of the nutritional aspects and cholesterol oxidation products of pork liver and fish patés. Food Chem. 2004; 86(1): 47-53.
- Gaibor M, Santos H. Desarrollo tecnológico para procesar trucha arcoiris de humedad intermedia. Alimentos Ciencia e Ingeniería. 1995; 4(1): 34-46.
- Ministerio de Salud. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Dto. N° 977/96 (D.OF. 13.05.97). Chile. 2008.
- Unlusaym M, Bilgin S, Izci L. Chemical and sensory assessment of hot smoked fish paté. Journal of Fisheries Science. 2007; 1(1): 20-25.
- Alvarado J, Aguilera JM. Métodos para medir propiedades físicas en la industria de alimentos. Edit. Acribia. Zaragoza, España. 2001.
- Ramos N, Fariás M. Estabilidad de salchichas con hidrocoloides y emulsificantes. Inf. Technology. 2004; 15 (4):91-94.
- Halliday J. Disponible en [http://www.foodnavigator.com/Financial-Industry/Vitviva\\_extend\\_paté\\_shelf\\_life\\_with\\_SyneRox\\_formulation](http://www.foodnavigator.com/Financial-Industry/Vitviva_extend_paté_shelf_life_with_SyneRox_formulation). 2009.
- Schmidt Hebbel H. Avances en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Ed. Alfa Beta. Santiago, Chile. 1981.

Recibido: 30-09-2009

Aceptado: 29-04-2010