

## INFORME TECNOLÓGICO

### DESARROLLO TECNOLÓGICO DE CARNE DE ESTURIÓN (*Acipenser baerii* y *Acipenser ruthenus*) AHUMADA

Bertullo, E.<sup>1</sup>; Fernández, S.; Campot, J.; Gómez, F.<sup>2</sup> y Pollak, A.<sup>3</sup>

Instituto de Investigaciones Pesqueras "Prof. Dr. Víctor H. Bertullo"  
Facultad de Veterinaria - Universidad de la República

Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC)  
Programa de Vinculación con el Sector Productivo - Llamado a Proyectos 2003

#### ABSTRACT

The Aquaculture Company "Esturiones del Río Negro S.A." has been developed the Sturgeon culture in Uruguay, mostly the species *Acipenser baerii* (Siberian sturgeon) and *Acipenser ruthenus* (Sterlet sturgeon) and from 1995 it has the productive facility located in Baygorria's Lake (Río Negro River) in the center of the country.

The primary objective of this animal culture is the "*Oscetra caviar*" production and at present the process implies the slaughter of the female sturgeon. The farm has also a male stock about the 50%, which are fresh marketed for catering, mostly for local catering or regional brokers. This means the sturgeon flesh availability for human consumption to be used as seafood of added value.

The primary objective of this research is the development of a process and a specific seafood to an alternative market demand, applying the fish smoking traditional technology to obtain better marketing prices, preferable to the international one.

The applied methodology in this development is the warm smoke technology, upon which different process parameters were adjusted to bring the safety and commercial quality attributes to the seafood, looking the consumers interest. In the present communication we inform about the preliminary trials done at University's Seafoods Pilot Plant (Institute of Fisheries Research, IIP).

The raw material used were sturgeon filets, without skin, frozen to a final product temperature of 0° F. The smoke source was wood's sawdust mixing the hard and half-hard ones (*Lapacho* and *Eucaliptus*), easy to obtain in Uruguay. Automatic japanese smoking equipment was utilized to perform the process and some physical parameters as temperature (T) and moisture were followed and recorded for further analysis.

<sup>1</sup> Responsable científico del Proyecto

<sup>2</sup> Investigadores contratados por CSIC

<sup>3</sup> Investigadora del I.I.P.



Upon the results of the trials we have obtained the salt concentration and exposure time, the maximum smoke equipment charge (Kgrs), the cooking drying time, the smoking time, all in order to obtain the final quality figures. Some Lab's analysis were performed to the developed seafood

Keywords: Sturgeon, Seafood, Added value

## RESUMEN

La empresa Esturiones del Río Negro S.A. ha desarrollado en Uruguay el cultivo del Esturión, principalmente de las especies *Acipenser baerii* (Esturión siberiano) y *Acipenser ruthenus* (Esturión sterlet) y desde 1995 posee sus instalaciones productivas ubicadas sobre la Represa de Baygorria, en el curso del Río Negro, en el centro del país.

El objetivo primario de este cultivo es la producción de CAVIAR tipo "Oscetra" y el proceso para su obtención implica hasta el momento, el sacrificio de los ejemplares de esturiones hembra. La granja cuenta, además con un stock aproximado al 50% de machos, que son comercializados en fresco para uso gastronómico, principalmente en el mercado interno y en el Regional, existiendo por tanto disponibilidad de carne utilizable para el consumo humano en forma de productos pesqueros con mayor valor.

El objetivo general de esta investigación es el logro de un proceso y de un producto diferenciado que pueda llegar a nichos de mercado de alternativa, no sólo con la incorporación de una tecnología tradicional como lo es el proceso de ahumado de pescado, sino también para lograr un mayor precio en el mercado, preferentemente internacional.

La metodología aplicada en este desarrollo es la del ahumado en caliente, para lo cual se han modificado y adecuado diferentes parámetros para dotar al producto de la inocuidad y de los atributos de calidad comercial que hagan posible su puesta en el mercado.

La materia prima consistió básicamente en filetes de esturión sin piel, congelados a una temperatura final de producto de  $-18^{\circ}\text{C}$ . Como fuente de humo se utilizó aserrín y viruta en una mezcla de maderas duras y semi-duras de fácil obtención en Uruguay (*Lapacho* y *Eucaliptus*). Fue utilizado un ahumador piloto de origen japonés para el proceso y se determinaron parámetros físicos tales como temperatura (T) y humedad de producto, registrándose para su posterior evaluación.

Los resultados obtenidos han permitido establecer la concentración y los tiempos de salazón, las cargas máximas en el equipo (Kg.), tiempos de cocción y ahumado que determinan la calidad del producto. Se ha complementado con el análisis de parámetros objetivos que aportan información sobre la composición del producto.

Palabras clave: Esturión, Alimentos pesqueros, Valor agregado.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de Esturión (*Acipenser baerii* y *Acipenser ruthenus*) conocidos internacionalmente como Esturión Siberiano y Esturión Sterlet respectivamente se ha desarrollado en nuestro país por parte de la empresa Esturiones del Río Negro S.A.<sup>4</sup> desde 1995, en las instalaciones ubicadas sobre la Represa de Baygorria. El objetivo primario de este cultivo es la producción de Caviar tipo Oscetra, producto del cual la empresa ya ha comenzado a realizar exportaciones en virtud de la calidad del producto logrado y de una demanda creciente de mercado.

El proceso de obtención de caviar obliga por el momento al sacrificio de los ejemplares de esturiones hembra y existe una oferta de un 50% de machos, lo cual lleva a que una parte de la carne obtenida se exporte en fresco o congelada, existiendo interés por una oferta agregada de otros productos pesqueros demandados por el mercado.

La empresa es la única en América del Sur dedicada al cultivo y procesamiento de esta especie exótica y está demostrando su eficiencia productiva. La Empresa privada cuenta con:

- Planta de incubación y cría de esturiones. Está situada en Ruta N° 4 s/n en el Departamento de Río Negro a 244 Km. de la ciudad de Montevideo, en el área del Lago de la Represa de Baygorria (Mapa en Anexo 1);
- Planta de alimentos balanceados, situada en Santa Bernardina, Departamento de Durazno;
- Sector de cría y desarrollo que se construyó en 1997 en el Lago de la Represa de Baygorria, el cual constaba al comienzo de este proyecto con: un sector de cinco pontones-jaulas, cada pontón con 8 jaulas de 6 x 6 mts. y 3 mts. de profundidad totalizando un volumen de 4,320 m<sup>3</sup>. En 2005 esta área fue ampliada con estanques artificiales ubicados en tierra, totalizando más de 5,000 m<sup>3</sup>.
- Planta para la producción de caviar, ubicada en la Población de Baygorria, adyacente a la Represa Hidroeléctrica del mismo nombre, en un área de 300 m<sup>2</sup>. Esturiones del Río Negro S.A. tiene su Planta de procesamiento habilitada sanitariamente para exportar a los principales mercados del mundo (EE.UU. de América y Unión Europea).

Los antecedentes universitarios del Instituto de Investigaciones Pesqueras (IIP) en el desarrollo de nuevos productos alimenticios a partir de recursos pesqueros estimularon a la empresa contraparte para colaborar con el proyecto dentro del programa de Vinculación con el Sector Productivo de la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC)<sup>5</sup> de la Universidad de la República.

La empresa Esturiones del Río Negro S.A. planteó su necesidad de optimizar el aprovechamiento de la carne de los esturiones, los cuales producen en forma controlada para la obtención de caviar como objetivo primario.

---

<sup>4</sup> [www.caviaruruguay.com.uy](http://www.caviaruruguay.com.uy)

<sup>5</sup> [www.csic.edu.uy](http://www.csic.edu.uy)

La producción de caviar presenta la dificultad de que en muchos centros productivos del mundo se sacrifican los ejemplares hembra maduros para extraer las huevas y son pocas las granjas que evitan la muerte del animal durante la extracción de las ovas, debido a la alta tecnología requerida y a sus costos.

Los machos jóvenes son sacrificados también luego de alcanzar un peso mínimo (vivo) de entre 1,00 y 1,5 Kg. / pieza, por un tema de rentabilidad económica y para limitar los gastos de funcionamiento derivados del manejo y de la alimentación.

En centros de producción de España y Francia el principal aprovechamiento de la carne de Esturión se hace a través de productos alimenticios ahumados, que se venden en forma de filetes ahumados con o sin piel. El filete ahumado tiene una muy alta cotización en el mercado y en Europa oscilan entre € 30 y € 40 por Kg. y existe una creciente demanda.<sup>6</sup>

Por otra parte, del proceso de corte manual para la obtención de filetes queda un volumen de recortes de músculo que podría ser utilizada como materia prima para el desarrollo de pulpas recuperadas mecánicamente y sus productos derivados: hamburguesas, embutidos, etc.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Diseñar, desarrollar y transferir a la industria local, tecnologías de proceso para obtención de productos alimenticios sobre la base de carne de esturión, en función de una demanda del mercado para estos productos exóticos de calidad y alto precio.

### **Objetivos particulares**

1. Seleccionar la porción comestible de los especímenes para un mejor aprovechamiento de la carne para la optimización de los rendimientos productivos.
  - Utilizar las tecnologías de la salazón y del ahumado como base de los ensayos a realizarse en la Planta Piloto.
  - Definir los parámetros tecnológicos más apropiados para obtener un producto inocuo, atractivo desde el punto de vista alimentario y con una calidad pre-definida, ante una demanda específica del mercado.
  - Lograr un empaque adecuado, seguro y acorde a los requerimientos normativos y del mercado con el propósito de colaborar en la promoción de la exportación del producto por parte de la empresa contraparte.

---

<sup>6</sup> Infopesca (2005)

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Materiales

#### 1.1. Instalaciones y equipos.

El equipamiento utilizado fue el existente en la Planta Piloto del I.I.P.:

- Línea para fileteado en acero inoxidable.
- Balanza de pie BERKEL (capacidad 100 Kg.)
- Registrador electrónico de temperaturas con termocuplas, Marca JUMO LOGOS SCREEN 500 de origen alemán.
- 2 termómetros de resistencia conectables por interfase,
- 2 termómetros de resistencia de inserción y software PCA de comunicación para transferencia de datos a PC. Origen Alemania.
- Ahumador Marca HANAKI modelo SMA 220. Origen Japón.
- Cámara refrigerada (temperatura 0 ° C, de 9 m<sup>3</sup> de capacidad)
- Túnel de congelado por aire forzado (temperatura de evaporación a -30° C, de 9 m<sup>3</sup> de capacidad).
- Freezer de almacenamiento a -30 °C, con capacidad de 35 litros.
- Material de acero inoxidable (mesas, cuchillos, bandejas, etc)
- Máquina envasadora de vacío, Marca SUPERVAC, modelo GK 60/80/100/105. Origen Alemania.
- Equipo para sellado térmico de bolsas de polietileno (SEAL RITE Mod. SR4SL).
- Balanza de humedad OHAUS. Origen USA.
- Equipamiento informático disponible en el IIP.

Las informaciones técnicas fueron obtenidas de las experiencias adquiridas previamente por los investigadores del proyecto en los viajes de relación a Centros Tecnológicos extranjeros, de la ejecución anterior de otros proyectos de desarrollo tecnológico en el IIP, de la bibliografía impresa y de las bases de datos electrónicas accesibles por Internet (Ej. ASFA-FAO).

#### 1.2. Materia prima:

- Filetes de esturión congelados inmediatamente después de la faena en la planta de procesamiento de caviar, trasladados en cajas isotérmicas a las instalaciones del IIP y mantenidos en Planta Piloto a -18° C hasta el momento de su utilización para los ensayos.
- Aserrín y viruta de maderas (*Eucaliptus* mezclado con *Lapacho*) para generar el humo necesario en el equipo ahumador.
- Sal gruesa de grado alimentario.

#### 1.3. Otros insumos:

- Bolsas para vacío
- Plastic Film "Rolopac"

## 2. Métodos

Partiendo de carne de esturión congelada como materia prima, fueron analizados previamente los distintos procesos posibles a ser aplicados, con el objeto de lograr diseños tecnológicos apropiados a los objetivos propuestos.

### 2.1. Análisis preliminar del diseño de producto

- Utilización de la carne de esturión partiendo de los músculos dorso-laterales del animal, la cual se logra por corte neto longitudinal paralelo a la columna vertebral; de cada espécimen se obtienen dos filetes.
- Se analizaron los valores de composición bromatológica de los filetes para conocer, en especial, su composición en materia grasa y en humedad, datos básicos para la aplicación tecnológica del ahumado.
- Se ensayaron diferentes técnicas de ahumado de esturión, con la finalidad de lograr un diseño de producto tipo, aceptado por la potencial demanda del mercado sobre la base de una adecuada relación calidad / precio.
- Se vigilaron y registraron los parámetros tecnológicos y de calidad.
- Se definió la tecnología más adecuada lograda por el método de ensayos múltiples y prueba / error.
- Se documentó la información para su posterior análisis y valoración.

### 2.2. Evaluación de la materia prima.

La materia prima utilizada en los ensayos tecnológicos fue en todos los casos filetes sin piel de esturión congelados IQF, envasados en bolsas de polietileno cerradas por pliegue y como envase secundario cajas de cartón corrugado.

El traslado del pescado desde su origen hasta la Planta Piloto se realizó en todos los casos dentro de un contenedor aislado térmicamente, colocándose inmediatamente de recepcionado en la cámara de congelados del IIP ( $< -18^{\circ}\text{C}$ ).

Por cada lote de materia prima recibida se realizaron las siguientes evaluaciones de la misma:

- Inspección organoléptica por medio de Tabla de atributos pre establecidos.
- Medición de largo, espesor y peso de los filetes por escala centesimal.
- Porcentaje de humedad por medio de balanza analítica OHAUS.
- Composición bromatológica de filetes de esturión (técnicas AOAC para determinación de humedad, proteína bruta, materia grasa y cenizas).

La metodología aplicada se basó en las siguientes tablas de atributos para la evaluación sensorial de los filetes de esturión, considerados materia prima para el proceso seleccionado y el producto diseñado, utilizando una escala simple de aceptabilidad.

Cuadro N° 1

Evaluación sensorial de filetes de esturión congelados

| Atributo                       | Aceptable (AA)                                   | No aceptable (NA)                              |
|--------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Aspecto de la superficie       | Lisa y brillante                                 | Zonas de deshidratación, opaco, decoloraciones |
| Color del músculo rojo y grasa | Rojo brillante, grasa amarilla verdosa brillante | Marrón opaco, grasa amarilla fuerte opaco      |
| Color del músculo blanco       | Gris - amarillento brillante                     | Gris - amarillento opaco                       |

Cuadro N° 2

Evaluación sensorial de filetes de esturión descongelados

| Atributo                    | Aceptable (AA)                                                    | No aceptable (NA)                   |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Apariencia general y brillo | Superficie brillante                                              | Aspecto deslucido, opaco            |
| Color de la grasa           | Amarillo - verdoso brillante                                      | Amarillo verdoso más fuerte y opaco |
| Color del músculo rojo      | Rojizo, con vetas de grasa color amarillo suave                   | Amarillo fuerte                     |
| Color del músculo blanco    | Color blanquecino y levemente grisáceo con brillo                 | Grisáceo y sin brillo               |
| Textura / elasticidad       | Elástico y firme; al comprimirlo con el pulgar la impronta vuelve | Blando, poco elástico               |
| Olor                        | Suave, neutro                                                     | Penetrante, ofensivo                |

Cuadro N° 3  
Evaluación sensorial de filetes de esturión cocidos

| Atributo | Aceptable (AA) | No aceptable (NA)                   |
|----------|----------------|-------------------------------------|
| Sabor    | Neutro, suave  | Marcado sabor rancio, algo picante. |
| Olor     | Neutro, suave  | Olor penetrante, fuerte a rancio    |
| Textura  | Firme          | Blanda, algo pastosa                |

### 2.3. Proceso tecnológico.

El análisis previo realizado determinó que la tecnología del ahumado en caliente sería la más aplicable ya que permitiría agregar valor por medio de un procesamiento tecnológico accesible para el productor en caso de una eventual elaboración local.

a) La técnica de ahumado en caliente produce la cocción del producto, lo que permite que sea posible consumirlo directamente, sin otros tratamientos térmicos adicionales. El congelado posterior al ahumado y el envasado en atmósfera modificada (vacío) aseguraría una razonable vida útil en la medida que se mantenga la cadena de frío a  $-18^{\circ}\text{C}$  o menos.

b) Con el fin de realizar el control integral del proceso se registraron las temperaturas ambiente en distintas partes del ahumador (superior e inferior y anterior y posterior) del equipo y en el centro de los filetes ubicados en puntos separados dentro del equipo (parrillas superiores e inferiores).

c) Se tuvieron en cuenta y aplicaron las normas establecidas por la *Food and Drug Administration* (FDA) de los Estados Unidos de América, para determinar los parámetros de inocuidad aceptados para los alimentos pesqueros ahumados.<sup>7</sup>

En esas normas se define que el procesamiento de pescado ahumado en caliente y envasado al vacío:

- Deberá alcanzar los  $+ 62,8^{\circ}\text{C}$  en el centro del filete ubicado en el lugar más frío del ahumador.
- Se deberá alcanzar no menos de 3,5 % de sal en fase acuosa (WPS) en el músculo en caso que el producto final se mantenga refrigerado hasta el consumo.
- El producto no debe ser expuesto a temperaturas superiores a  $+ 10^{\circ}\text{C}$  por más de 12 horas ni a temperaturas superiores a  $+ 21^{\circ}\text{C}$  por más de 4 horas.

<sup>7</sup> Procedures for the Safe and Sanitary Processing and Importing of Fish and Fishery Products; Final Rule. 21 CFR Parts 123 and 1240. US Department of Human Health and Human Services. Docket No. 93N-0195. December 18<sup>th</sup>, 1995.

d) Previo al proceso de ahumado se realizó un salado de los filetes de esturión, el cual cumple dos objetivos tecnológicos: en primer lugar la saborización de la carne y en segundo lugar la extracción por difusión de parte de la humedad del producto, disminuyendo su  $a_w$ .

Para que esta segunda función sea contundente se deberían utilizar tiempos de salazón superiores, pero es necesario compatibilizar la función extractora de agua del músculo con la cualidad negativa de brindarle al producto final un excesivo contenido de sal, con las connotaciones que ello tiene para el sabor salado y por las limitantes que supone para cierto tipo de consumidores necesitados de dietas hipo sódicas.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que con fines de palatabilidad es más importante la "sal en fase acuosa" (WPS, por su sigla en inglés) que la cantidad absoluta de sal en el producto. Este término denomina la relación entre la humedad del producto y la cantidad de sal presente en el músculo, indicada por el Método de Determinación de Cloruros y depende de la siguiente ecuación:

$$\text{WPS} = \frac{\% \text{ de sal}}{\% \text{ humedad} + \% \text{ de sal}} \times 100$$

Se ensayaron 2 técnicas de salado de la carne: i) salado en salmuera y ii) salado en seco (sal partida con drenaje de líquidos y con posterior desalado por inmersión en agua fría).

Se ensayaron salmueras de distintas concentraciones (10% y 20%), los tiempos de salado variaron entre 10 y 20 minutos y la relación pescado-salmuera fue de 1:2 en todos los casos. La temperatura ambiente durante los ensayos fue de entre 16°C y 21°C.

Se experimentaron diferentes tiempos de salado en seco: i) 12 horas en cámara de refrigeración y ii) 4 horas a temperatura ambiente. La temperatura ambiente durante los ensayos fue de entre 16° C y 21° C.

El desalado posterior al salado seco se realizó en agua corriente a 15° C y los tiempos de desalado que se probaron en los diferentes ensayos fueron: ½ hora, 1 hora, 2 horas.

e) En las etapas de oreado, secado, ahumado y cocción se ensayaron diferentes tiempos y temperaturas de proceso con el fin de optimizar el producto teniendo en cuenta los parámetros sensoriales de textura y sabor, fundamentalmente en relación al nivel de humo generado en el equipo ahumador (constante).

f) Se determinaron los rendimientos del proceso de ahumado en caliente partiendo de filetes sin piel congelados IQF como materia prima y como producto final las porciones de filetes de esturión ahumado en caliente, enfriado a  $< +5^{\circ} \text{C}$ .

g) En cada uno de los ensayos se registraron los siguientes datos: i) peso del lote congelado; ii) peso del lote descongelado; iii) evaluación organoléptica de la materia prima; iv) tamaño de los filetes (largo, espesor y peso individual); y v) contenido en agua de la materia prima.

En la etapa de salado se registró en cada ensayo: i) el método de salado utilizado (salado en salmuera o salado seco con drenaje); ii) el tiempo de salado; iii) la concentración de sal en la salmuera; iv) la relación pescado /salmuera; y para el método de salado seco se registró también v) el tiempo de desalado en agua fría (+ 15 °C).

Con respecto a la etapa de ahumado en caliente propiamente dicha se hizo: i) un control y registro continuo de la temperatura del humo dentro del ambiente del equipo ahumador en dos ubicaciones (superior e inferior) y ii) de la temperatura interna de dos filetes (uno ubicado en parrilla superior del ahumador y otro ubicado en parrilla inferior) durante todo el proceso; iii) se registró el tiempo total del mismo. Fue utilizado el Registrador JUMO.

h) Sobre la base de los registros de las temperaturas del humo y de las temperaturas interna de los filetes se elaboraron gráficos de temperatura en función del tiempo, a fin de poder analizar la incidencia de las variables introducidas en cada ensayo (Anexo N° 2).

i) Se elaboró una cartilla de recomendaciones sobre las condiciones de manipulación del producto final (porciones de carne de esturión ahumadas, envasadas al vacío y congeladas) para aplicar durante el transporte, almacenamiento, distribución y consumo. La cartilla está dirigida a los manipuladores del área gastronómica como usuarios del producto (Anexo N° 3).

## 2.4 Evaluación de producto final

### 2.4.1 Análisis químicos

Para la evaluación de los filetes de esturión ahumados en caliente se determinó el porcentaje de humedad por balanza de infrarrojos tipo Ohaus, el porcentaje de cloruros en el músculo por técnica AOAC y el  $a_w$ .

### 2.4.2 Evaluación sensorial

En cada uno de los ensayos se realizaron evaluaciones sensoriales preliminares de los productos obtenidos. Estas evaluaciones permitieron ir ajustando las variables del proceso a fin de obtener los parámetros sensoriales más aceptables de acuerdo a los objetivos propuestos. Los parámetros considerados en la evaluación sensorial fueron los siguientes: apariencia general, color exterior del producto, color interno del producto, olor, sabor, nivel de sal y textura.

Cuando la metodología aplicada y los resultados indicaron - a juicio del equipo de trabajo - que se había logrado una aceptable estandarización del proceso, se propuso a la empresa contraparte la realización de una evaluación sensorial por parte de consumidores. A esos efectos se invitó a un grupo de Chef, propietarios de restaurantes, responsables de compras de hoteles y supermercados a realizar una degustación. La misma se realizó con dos muestras de producto:

Muestra A: Filete de esturión ahumado, previamente salado en salmuera al 20 % durante 30 min.

Muestra B: Filete de esturión ahumado, previamente salado en seco (con sal quebrada) durante 4 horas y desalado en agua fría durante 1 hora.

La única variable diferente fue el método de salazón, ya que todos los filetes integraban la misma partida de faena y se procesaron en el equipo ahumador con los mismos tiempos y temperaturas.

Para el registro de las evaluaciones sensoriales por personal no entrenado se preparó una cartilla en la que los consumidores debían registrar sus apreciaciones sobre: color exterior e interior del producto, olor, sabor, nivel de sal, en qué ocasiones consumiría el producto, si estaría dispuesto a comprarlo y qué tipo de presentación le parecería la más adecuada (Anexo N° 4).

## RESULTADOS

### 1. Materia prima

Cuadro N° 4

Tamaño y peso individual de los filetes de esturión sin piel.

|               | Máximo | Mínimo | Promedio |
|---------------|--------|--------|----------|
| Largo (cm)    | 72     | 28     | 54       |
| Espesor (mm)  | 40     | 15     | 24       |
| Peso (gramos) | 2610   | 508    | 1073     |

N = 82

Cuadro N° 5

Resultado de la evaluación sensorial de filetes de esturión congelados

| Atributo                    | Lote N° | 1  | 2  | 3  | 4  |
|-----------------------------|---------|----|----|----|----|
| Apariencia general y brillo |         | AA | AA | AA | AA |
| Color de la grasa           |         | AA | NA | AA | AA |
| Color del músculo rojo      |         | AA | NA | AA | AA |
| Color del músculo blanco    |         | AA | AA | AA | AA |
| Textura / elasticidad       |         | AA | NA | AA | AA |
| Olor                        |         | AA | NA | AA | AA |

N = 25



Cuadro N° 6

Resultados de la evaluación sensorial de filetes de esturión descongelados

| Lote N°                     |    |    |    |    |
|-----------------------------|----|----|----|----|
| Atributo                    | 1  | 2  | 3  | 4  |
| Apariencia general y brillo | AA | NA | AA | AA |
| Color de la grasa           | AA | NA | AA | AA |
| Color del músculo rojo      | AA | NA | AA | AA |
| Color del músculo blanco    | AA | NA | AA | AA |
| Textura / elasticidad       | AA | NA | AA | AA |
| Olor                        | AA | NA | AA | AA |

N = 25

Cuadro N° 7

Resultados de la evaluación sensorial de filetes de esturión cocidos

| Lote N°  |    |    |    |    |
|----------|----|----|----|----|
| Atributo | 1  | 2  | 3  | 4  |
| Sabor    | AA | NA | AA | AA |
| Olor     | AA | NA | AA | AA |
| Textura  | AA | NA | AA | AA |

N = 10

Cuadro N° 8

Composición química de filetes de esturión sin piel (  $\bar{x}$  )

| Proteínas (%) | Lípidos (%) | Cenizas (%) | Humedad (%) |
|---------------|-------------|-------------|-------------|
| 18,36         | 11,6        | 1,12        | 70,28       |

Ensayos realizados en el Laboratorio de DINARA-MGAP, N = 4.

2. Etapas del proceso de filete de esturión ahumado en caliente, envasado al vacío y congelado, según el desarrollo tecnológico del proyecto.

a) Descongelado de la materia prima. El descongelado de los filetes sin piel IQF de esturión se realizó en cámara de refrigeración ( $< + 5^{\circ}\text{C}$ ) por 12 horas.

b) Salado. El salado se realizó por dos métodos: i) Salado en salmuera: se preparó una salmuera con una concentración del 10% de sal. El tiempo de salado fue de 15 minutos. La relación pescado salmuera fue de 1 parte de pescado por 2 de salmuera. La salmuera se preparó con agua fría y se mantuvo a una temperatura inferior a  $+ 10^{\circ}\text{C}$ .

ii) Salado seco: Para el salado seco se utilizó una sal quebrada de grado alimentario. Los filetes se cubrieron con sal en ambas caras del filete y en los bordes; luego se colocaron sobre parrillas para permitir el drenaje. El tiempo total de salado fue de 4 horas a una temperatura  $< + 10^{\circ}\text{C}$ . Una vez finalizado el tiempo de salado, el desalado se hizo en agua fría ( $+ 15^{\circ}\text{C}$ ) por 1 hora.

c) Escurrido y corte de los filetes en porciones. Los filetes se retiraron de la salmuera (método A de salado) y del agua de desalado (método B de salado) y se cortaron en porciones rectangulares de tamaño adecuado para envasar al vacío. Se dejaron escurrir las porciones sobre las parrillas. En esta etapa se realizó el recorte de los filetes con fines estéticos.

d) Oreado. El oreado de las porciones de carne de esturión se realizó dentro del ahumador haciendo circular aire forzado a velocidad constante y a temperatura ambiente (+ 17 a + 19 °C) durante 1 hora.

e) Secado. El secado se realizó a una temperatura constante del aire de + 35 °C, dentro del equipo ahumador, por un tiempo de 2 ½ horas.

f) Ahumado. El ahumado dentro del equipo se realizó a una temperatura constante del humo de + 60 °C, por un tiempo de 1 hora.

g) Cocción. La etapa de cocción se realizó a una temperatura del aire de + 95 °C y se continuó con la producción de humo hasta obtener el color dorado deseado en el producto. El color del ahumado del filete fue determinado empíricamente por los investigadores. El tiempo de cocción estuvo determinado por la temperatura interna de los filetes registrado por las termocuplas del equipo JUMO. Se dio por finalizado el proceso sobre la base de los 30 minutos a + 63 °C del filete, tomado en el "punto frío", previamente identificado.

En la Gráfica N° 1 del Anexo 2 se encuentra un registro típico de las temperaturas del humo y de las temperaturas internas de los filetes en función del tiempo, durante el proceso de ahumado en caliente de filetes de esturión.

h) Enfriado. Inmediatamente de retirar el producto del equipo ahumador, las parrillas con las porciones de esturión ahumado son colocadas en cámara de refrigeración (< + 5 °C) para el enfriamiento rápido del producto.

i) Envasado al vacío. Luego de enfriadas a temperatura < + 5 °C, las porciones fueron envasadas en atmósfera modificada dentro de bolsas de polietileno para vacío.

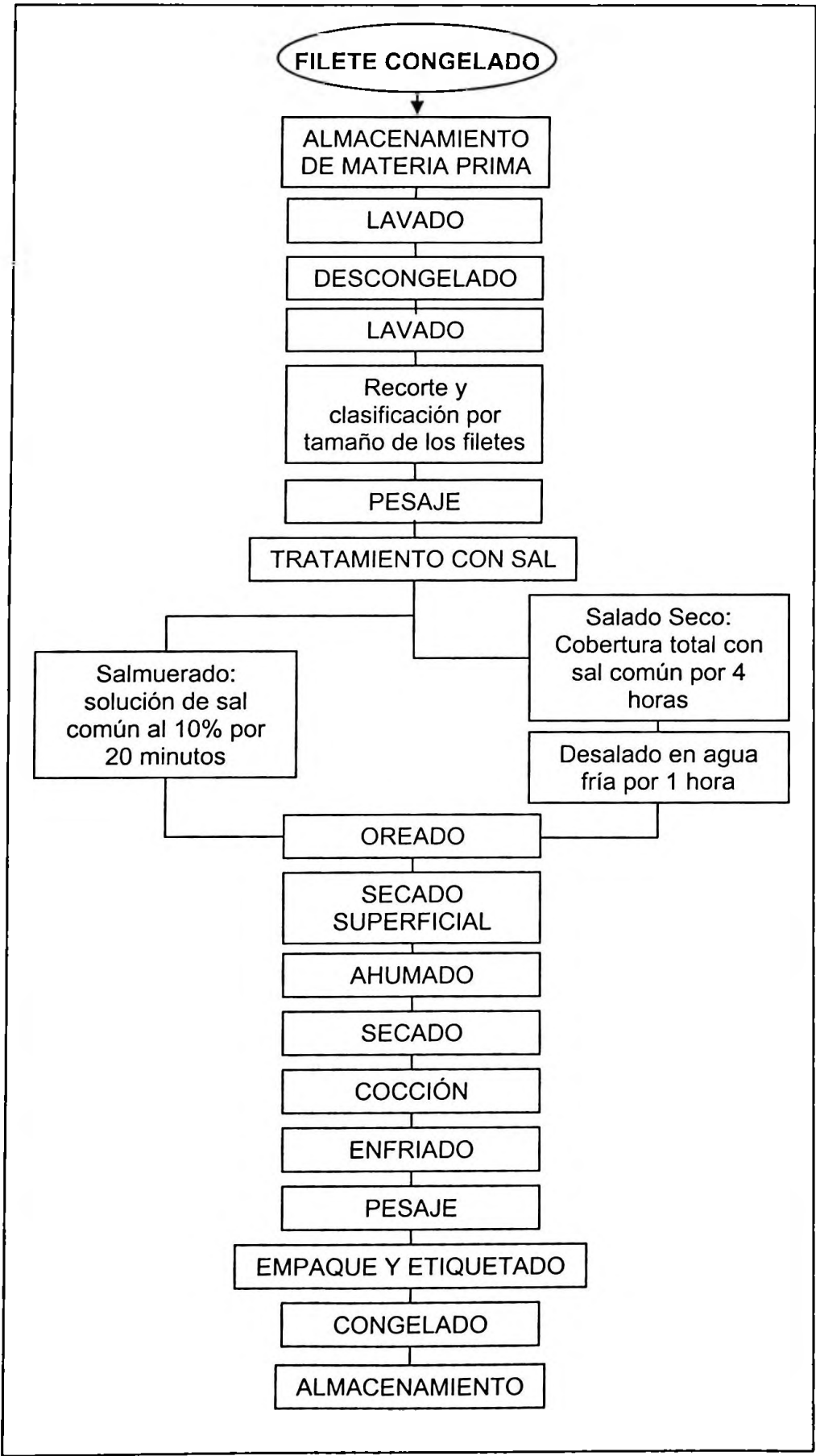
j) Congelado. El congelado se realizó en túnel de aire forzado a - 25 °C durante 12 horas.

k) Almacenamiento congelado. En cámara de congelado o en *freezer* a - 18 °C. Tiempo estimado de guarda 120 días (sobre datos empíricos).

l) En el cuadro N° 9 se describe el flujograma del proceso que se definió con la ejecución del proyecto.

Cuadro N° 9

Flujograma del proceso de ahumado de filetes de esturión desarrollado sobre la base de los ensayos realizados para el proyecto.



3. Los rendimientos de proceso permiten un cálculo de los costos directos de producción, los cuales se integran a los Kgs / hora / hombre insumidos en el proceso, los consumos de ingredientes, de energía eléctrica y los materiales de empaque y de limpieza de las instalaciones utilizados durante cada "batch".

Cuadro N° 10  
Rendimientos proceso.

| Materia prima       | Producto final             | Media de Rendimiento |
|---------------------|----------------------------|----------------------|
| Filete sin piel IQF | Filete ahumado en caliente | 74%                  |

N = 25

4. Los valores de la composición química centesimal, con un N bajo, permitieron un relevamiento somero de los componentes básicos del producto filetes de esturión ahumado en caliente, aunque los aspectos nutricionales no son sustanciales para la colocación del producto alimenticio en el mercado. No obstante, la materia grasa es uno de los componentes básicos del sabor y de la palatabilidad de un alimento como el que se ha ensayado.

De igual forma, el contenido de cloruros, también con un N bajo, es una medición objetiva del contenido de sal del producto, mas allá de las valoraciones de palatabilidad que de este atributo usualmente se hace en salados – ahumados. De continuar la empresa con este emprendimiento productivo, la validación tecnológica del proceso y el diseño final del producto dependerán de lograr un nivel estandarizado de grasa en músculo y de un nivel de cloruros que satisfaga la expectativa de los consumidores objetivo.

Cuadro N° 11  
Composición química del producto final. Media.

| Proteínas (%) | Lípidos (%) | Cenizas (%) | Humedad (%) |
|---------------|-------------|-------------|-------------|
| 23,2          | 9,73        | 1,93        | 64,5        |

N = 5

Cuadro N° 12  
Cloruros y  $a_w$  en la porción comestible del producto final

| Producto                  | Cloruros    |             | $a_w$       |             |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                           | <i>min.</i> | <i>max.</i> | <i>min.</i> | <i>max.</i> |
| Filete salado en salmuera | 1,2         | 1,6         | 0,94        | 0,985       |
| Filete salado en seco     | 1,8         | 3,3         | 0,93        | 0,945       |

N = 4

- La evaluación sensorial de dos tipos de muestras de producto elaboradas según los parámetros ante mencionados, fue realizada por un panel de consumidores no entrenados convocados por la Empresa contraparte. Esta prueba gastronómica - promovida por ella - fue meramente indicativa de una tendencia de consumidores potenciales, ya que los evaluadores fueron personas vinculadas a Esturiones del Río Negro S.A., Chefs del área gastronómica e invitados especiales

La evaluación sensorial de las dos muestras *testeadas* por dicho panel de consumidores pre-definidos y dispares, estuvo conformado por individuos de edad madura y de nivel socio-económico medio, medio-alto.

La denominada muestra "A" consistió en filetes de esturión ahumado, previamente salado en salmuera al 20 % durante 30 minutos.

Los resultados alcanzados se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 13

Resultados de una evaluación sensorial de  
producto final por un panel heterogéneo no entrenado (prueba gastronómica)

| Valoración<br>Atributos | esta<br>bien así | más<br>intenso<br>/ fuerte | menos<br>intenso<br>/ fuerte | Más<br>claro | más<br>oscuro | más a<br>pescado | más a<br>humo | más<br>salado | Menos<br>salado |
|-------------------------|------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|---------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|
| 1 color<br>externo      | 43,75%           | 56,25%                     |                              |              |               |                  |               |               |                 |
| 2 color<br>interno      | 83,33%           |                            |                              | 5,56%        | 11,1%         |                  |               |               |                 |
| 3 olor                  | 56,25%           | 31,25%                     | 12,50%                       |              |               |                  |               |               |                 |
| 4 sabor                 | 58,82%           | 23,53%                     |                              |              |               | 5,88%            | 11,76%        |               |                 |
| 5 nivel de<br>sal       | 61,11%           |                            |                              |              |               |                  |               | 27,78%        | 5,56%           |

| Valoración<br>Atributos   | fiestas | Copeti-<br>nes /<br>picadas | almuerzo<br>/ cena | Seguro<br>SI | Probable<br>SI | Tal vez | Probable<br>NO | Seguro<br>NO |
|---------------------------|---------|-----------------------------|--------------------|--------------|----------------|---------|----------------|--------------|
| 6 Donde lo<br>consumiría? | 33,33%  | 33,33%                      | 33,33%             |              |                |         |                |              |
| 7 Lo<br>compraría?        |         |                             |                    | 64,71%       | 17,65%         | 11,76%  | 5,88%          | 0%           |

La denominada muestra "B" consistió en filetes de esturión ahumado, previamente salado en seco con sal quebrada durante 4 horas y desalado en agua fría (15°C) durante 1 hora.

Los resultados alcanzados se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 14  
Resultados de una evaluación sensorial de  
producto final por un panel heterogéneo no entrenado  
(prueba gastronómica)

| Valoración      | esta     | Más              | menos            | más   | más    | más a   | más a | más    | Menos  |
|-----------------|----------|------------------|------------------|-------|--------|---------|-------|--------|--------|
| Atributos       | bien así | intenso / fuerte | intenso / fuerte | claro | oscuro | pescado | humo  | salado | salado |
| 1 color externo | 42,86%   | 42,86%           | 14,29%           |       |        |         |       |        |        |
| 2 color interno | 92,31%   |                  |                  | 7,69% |        |         |       |        |        |
| 3 olor          | 46,15%   | 15,38%           | 23,08%           |       |        | 7,69%   | 7,69% |        |        |
| 4 sabor         | 55,56%   | 11,11%           | 22,22%           |       |        | 11,11%  |       |        |        |
| 5 nivel de sal  | 30,77%   |                  |                  |       |        |         |       |        | 69,23% |

| Valoración             | Fiestas | Aperiti-<br>vos | Almuer-<br>zo / cena | Seguro<br>SI | Probable<br>SI | Tal vez | Probable<br>NO | Seguro<br>NO |
|------------------------|---------|-----------------|----------------------|--------------|----------------|---------|----------------|--------------|
| Atributos              |         |                 |                      |              |                |         |                |              |
| 6 Donde lo consumiría? | 27,27%  | 40,91%          | 31,82%               |              |                |         |                |              |
| 7 Lo compraría?        |         |                 |                      | 66,67%       |                | 33,33%  |                |              |

En cuanto a una calificación general en una escala de 1 a 10, se observó que para la muestra "A" el 77,4% calificó el producto por encima de 6, mientras que para la muestra "B" la calificación por encima de 6 fue del 61,9 %.

## DISCUSIÓN

En Uruguay no hay antecedentes de producción comercial regular de ahumado en caliente de pescado, excepto algunas experiencias que se han realizado en forma artesanal. En estos productos, existe una gran variabilidad de especies usadas y por lo tanto en los resultados obtenidos. En cuanto al uso de la materia prima *esturión* para la producción de pescado ahumado, no hay antecedentes en el país, siendo esta la primera experiencia.

En 1995, Sonia Fernández y Col. realizaron ensayos tecnológicos de ahumado en frío de pescado utilizando Lisa (*Mugil spp.*) y Lacha (*Brevoortia spp.*), logrando determinar los rendimientos de proceso, la definición de flujogramas de procesos, además de controles de laboratorio y evaluaciones sensoriales de los productos terminados. Los datos publicados si bien fueron de utilidad como referencia, no han tenido aplicación comparativa dada la diferencia entre las especies empleadas. Con respecto al ahumado en caliente realizado con Lacha (*Brevoortia spp.*), aquellos autores realizaron los ensayos empleando salmuera como técnica de salado y el ahumado propiamente dicho se efectuó con un horno semi-automático AFOS (Tipo *Torry Research Station*), el cual brindó datos primarios sobre la aplicación de esta tecnología a nivel artesanal.

En 1996, bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y en el marco del Convenio facultad de Veterinaria – LATU, Fernández Amorín, Bertullo y Col. desarrollaron productos pesqueros ahumados en forma artesanal, como apoyo a grupos de pescadores a pequeña escala localizados en el Departamento de Rocha y teniendo como objetivo la diversificación productiva de esa comunidad. En este caso también se utilizaron las especies Lisa (*Mugil spp.*) y Lacha (*Brevoortia spp.*), pero el producto ahumado se empleó para el diseño de otros procesos y productos, como fueron distintos tipos de envasados (tecnologías de las semi-conservas ácidas y envasados en atmósfera modificada-vacío).

Tanto los flujogramas diseñados como las cartillas de evaluación sensorial de los productos finales fueron una base para la ejecución del proyecto CSIC actual.

A nivel internacional no se han encontrado trabajos científicos publicados sobre esturión (*Acipenser spp.*) ahumado en caliente y sí existe información comercial de empresas –en general europeas- que han desarrollado y comercializan el producto, pero no aportan información sobre el proceso tecnológico en sí.

La investigación realizada ha permitido establecer los parámetros de proceso para filetes de esturión ahumado en caliente, envasados en atmósfera modificada (vacío) y congelados ( $< -18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Se debe subrayar que este equipo de trabajo no excedió los límites de las pruebas piloto, en virtud de las posibilidades que ofrecen las instalaciones del Instituto de Investigaciones Pesqueras.

El trabajo que se desarrolló implica un conjunto de ensayos tecnológicos de tipo piloto para el proceso de ahumado de los filetes, por lo cual las pruebas a mayor escala –incluyendo la validación tecnológica del proceso y del producto final- quedarán a cargo de la empresa contraparte del proyecto si es que decide encarar la manufactura y comercialización de este producto.

La transferencia de los resultados de esta investigación tecnológica se verifica a través de éste informe y de los datos registrados durante la ejecución del proyecto, los cuales quedan a disposición de la Empresa, dejando establecido que en principio el proceso y el producto diseñados no son –desde el punto de vista de la propiedad intelectual- productos patentables. A partir de los vínculos formales canalizados a través de la ejecución conjunta de este proyecto financiado por la CSIC, seguramente el Servicio universitario continuará con vínculos informales, sobre todo para el respaldo del proceso de enseñanza-aprendizaje de grado.

Una vez que los resultados sean tenidos en cuenta por el sector productivo, los empresarios deberán regirse por los parámetros que se establecieron en forma experimental y primaria a través del proyecto, con el objetivo de que el producto final mantenga las condiciones de inocuidad y de atractivo comercial para el mercado objetivo.

Una de las preocupaciones de la investigación fue determinar los tiempos mínimos en que se podía obtener un producto final de buena calidad organoléptica, ya que la relación *tiempo de uso del ahumador / costos* es muy importante.

En aras a reducir los tiempos de permanencia en el ahumador y por lo tanto los costos por concepto de energía utilizada, se trabajó con filetes congelados que poseen un tenor de humedad menor que los frescos. En este aspecto, se pudo ver que si bien los filetes congelados ofrecían mejor desempeño al ahumado por una más eficiente pérdida de humedad, se debe tener muy presente la rancidez oxidativa y debe ser un aspecto muy importante a controlar en el momento de recepción de la materia prima.

Si bien las características del producto ahumado que más se destacan son la apariencia general, el color y el aroma, son sin embargo los resultados comunes de la aplicación de esta tecnología tradicional y artesanal; existen sin embargo parámetros que indefectiblemente deben ser manejados y controlados por medio de equipos con controles instrumentales adecuados lo cual significaría un proyecto de inversión a decidir por la empresa.

## CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

- Respecto de la materia prima quedó establecido que su calidad (filetes congelados de esturión) incide directamente en las variables de tiempos y temperaturas aplicables en el proceso tecnológico. Asimismo, cuando los filetes congelados tenían cierto tiempo de almacenamiento se pudo apreciar distintos grados de enranciamiento y desecación que afectó negativamente la calidad del producto final.
- Las pruebas realizadas con filetes frescos permitieron establecer que los tiempos totales de permanencia del producto dentro del equipo ahumador son mayores que cuando se trabajó con filetes congelados.
- Respecto del material generador de humo: La mezcla de aserrín de *Eucaliptus* y viruta de *Lapacho* demostró poseer las condiciones correctas para su aplicación. Es muy importante al momento de determinar la fuente de humo, poder asegurar su abastecimiento constante. En este aspecto, estos materiales son de fácil obtención en Uruguay. Además de ser de bajo costo, no ofrecen inconvenientes desde el punto de vista tecnológico ya que proveen de humo en cantidad y calidad convenientes para el proceso.
- Respecto del equipo ahumador: Todos los ensayos fueron realizados en el equipo existente en el I.I.P. que tiene ciertas limitaciones, especialmente en cuanto a la capacidad de producto. No obstante, se hace especial énfasis en el hecho de que de encararse el proceso en otro tipo de horno ahumador, se deberán ajustar las variables de tiempo y temperatura a fin de adaptarlas.
- Respecto del material de empaque: Aquí se debe diferenciar el utilizado para congelar los filetes frescos y el utilizado para el producto final. Con referencia al primero, se trataba de bolsas de polietileno que no cubrían totalmente el filete, por lo que se cree que parte de los problemas de enranciamiento oxidativo observados se hayan originado en este empaque incorrecto. Este aspecto se debe corregir a fin de evitar ese problema y realizar el congelado de los filetes frescos en túnel a - 30 °C en forma IQF; posteriormente, envasar en film impermeable al oxígeno hasta su

utilización para ahumado. En cuanto a las pruebas de envasado efectuadas con el producto ahumado obtenido, la utilización de bolsas de vacío dio el mejor resultado, aunque las pruebas efectuadas con film "Rolopac" no mostraron efectos negativos sobre el producto en los tiempos de almacenamiento analizados. La recomendación final es la utilización de la metodología del envasado al vacío.

- Respecto del proceso en si mismo: La optimización del nivel de sal en el producto final ha sido el problema tecnológico más importante a resolver durante la investigación. Se puede evaluar que para el ahumado de filetes de esturión ensayado, existe una altísima incidencia de diferentes variables que afectan el resultado homogéneo de los ensayos, a saber:
  - Las condiciones físicas del filete, especialmente el largo y espesor.
  - Las condiciones bromatológicas propias de la materia prima utilizada, especialmente el contenido en lípidos y humedad.
  - Las condiciones de proceso y almacenamiento hasta el ahumado. Se trata del tiempo y temperatura de congelación de la materia prima, tiempo y condiciones de almacenamiento, y condiciones de traslado.
  - Las condiciones meteorológicas el día del ensayo –temperatura y humedad relativa ambiente- inciden sobre el producto, desde el momento que uno de los objetivos de la técnica aplicada es la reducción de la humedad en el producto.

Estos factores han determinado que los niveles de sal en músculo se presenten en el producto final con valores heterogéneos.

Del análisis realizado de nuestros ensayos, se puede inferir que especialmente el espesor de los filetes incidió directamente en la penetración homogénea de sal en el músculo. También se deduce que un porcentaje de humedad variable presente en el músculo incidió directamente en la solubilidad de la sal y por lo tanto en su penetración.

Teniendo en cuenta las condiciones del equipo y de las diferentes calidades de materia prima estudiadas, fueron determinados los parámetros de tiempos y temperaturas de proceso ya citados. Al respecto, se debe tener en cuenta:

- El mejor brillo en el producto final se obtuvo cuando se realizó un oreado luego del salado, de al menos 30 minutos, dentro del equipo ahumador a temperatura ambiente de + 20 °C.
- El período de secado a + 35 °C demostró ser el más apropiado, ya que a temperaturas superiores se producía menor extracción de humedad del filete presumiblemente por formación de una costra superficial. Además en este aspecto incide el grosor importante de los filetes.
- Se estudiaron diferentes tiempos de ahumado activo a distintas temperaturas, obteniéndose como mejor resultado el de 1 hora a + 60 °C con saturación de humo (chimenea cerrada) y posterior cocción con mantenimiento del ahumado aunque con el registro de salida de humo al 50 %. Una mayor exposición al humo determinó un color muy fuerte y sobre todo un sabor excesivo a humo. Aquí es necesario recordar que en el ahumado en caliente el humo solamente se deposita en la superficie del

filete y su fin es dar condiciones de apreciación organolépticas que combinadas con la sal u otros saborizantes determina un producto palatable.

- El tiempo de cocción fue establecido en cada ensayo de forma similar a + 95 °C e incluyó los últimos 30 min. a 63 °C a que debería estar expuesto el filete más frío del horno (establecido por termocuplas de registro constante), lo que determinó siempre el fin del proceso de tratamiento por calor.
- Inmediatamente después de terminado el proceso térmico se procedió siempre al enfriamiento del producto en refrigeración por espacio de al menos 12 horas y posterior empaque y congelado.
- Respecto de la evaluación sensorial: No fue posible contar con paneles de jueces expertos y en su lugar se realizaron varias instancias de pruebas con consumidores no experimentados. De las degustaciones efectuadas, es destacable el resultado obtenido de la que se llevó a cabo con un público compuesto por Chefs de restaurantes importantes de la ciudad de Montevideo (la mayoría catalogados 4 y 5 tenedores) y posibles interesados en adquirir este tipo de producto. De esta prueba se puede concluir que el producto desarrollado tiene una interesante aceptación en un posible público objetivo que está acostumbrada a probar productos de calidad y sobre todo que conocen el esturión ahumado que se comercializa en Europa y USA.
- Respecto del etiquetado: Se hace especial énfasis en que el etiquetado de este producto deberá ser muy preciso en cuanto a que especifique claramente que antes del consumo se debe descongelar fuera del envase original.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AOAC (1998). 16<sup>th</sup> Ed. 4<sup>th</sup>. Rev. U.S.A.
2. CANN D. C. (2001) Botulism and Fishery Products. FAO in partnership with Support unit for International Fisheries and Aquatic Research, SIFAR. En: <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5902e/x590200.htm>
3. Codex Alimentarius (2006). Código Internacional Recomendado de Prácticas para el pescado ahumado. En: <http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/foods/details.html?id=158>
4. Fernández Amorín, S.; Pollak, A. y Vitancurt, J. (1995) Pescado ahumado artesanalmente. Ensayos Tecnológicos. Serie: Documentos de trabajo N° 10. PROBIDES (Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable de los Humedales del Este) e IIP. Departamento de Rocha. 93p.
5. Fernández Amorín, S; Friss de Kereki, C., Vitancurt, J. y Bertullo, E. (1996). Desarrollo de Productos Pesqueros Ahumados en la Pesquería Artesanal del Departamento de Rocha. Boletín del instituto de Investigaciones Pesqueras N° 13. Depósito Legal N° 303.388/96. ISSN 0797-1478. Montevideo, 33p.

6. Fundación Nacional para la superación de la pobreza. Pesca Artesanal (1991). Elementos para el desarrollo productivo. Cap. 4. Santiago de Chile.
7. Hilderbrand, K. Fish smoking procedures for Forced Convection Smokehouses (2006). Oregon State University Extension Sea Grant Program. In: <http://seagrants.orst.edu/sgpubs/onlinepubs/101001.pdf>
8. Huss, H.H. (1997) Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. *FAO Documento Técnico de Pesca*. No. 334. 174p. ISBN 92-5-303446-7. Roma.
9. Infopesca (2005). Información commercial: [www.caviarderiofrio.com](http://www.caviarderiofrio.com)  
[www.piscifactoriadesierranevada.com](http://www.piscifactoriadesierranevada.com)
10. International Agency for Research in Cancer (IARC) (2006). Benzopyrene. Vol N°192-97-2. In: [www.cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol32/benzo%5Be%5Dpyrene.html](http://www.cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol32/benzo%5Be%5Dpyrene.html)
11. Robinson S. (2000). Smokers: Though technology has streamlined the process, smoking still requires a human touch. En: <http://www.seafood.ucdavis.edu>
12. Torry Research Station - Ministry of Technology (2001). Torry Advisory Note No. 9: Smoked White Fish Recommended Practice for Producers. FAO, Support unit for International Fisheries and Aquatic Research, SIFAR. En: <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5890e/x5890e00.htm>
13. Torry Research Station - Ministry Of Technology. Torry Advisory Note No. 14 (Revised). Smoked Fish Recommended Practice for Retailers. FAO, Support unit for International Fisheries and Aquatic Research, SIFAR, 2001. IN: <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5895e/x5895e00.htm>
14. US FDA. Compendium of Fish and Fishery Processing Methods, Hazards and Control. In: <http://seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/7.htm>.
15. US Department of Health and Human Service. Agency for toxics substances and Disease registry (ATSDR). Report on Carcinogens. List of Hazardous Substances, 2001. Wood smoke, chemical composition. In: [www.burningissues.org](http://www.burningissues.org).
16. US Department of Health and Human Service. Agency for toxics substances and Disease registry (ATSDR). Report on Carcinogens. List of Hazardous Substances, 2001. Chemical Founds in Both Wood Smoke and Tobacco Smoke. In: [www.burningissues.org](http://www.burningissues.org)
17. Vincent O. O., Muchiri M. , Thakor P. Investigation of bacteriological quality of smoked fish. IN: [http://lvemp.org/L\\_Publications/regional/scientific-conf2001/Kfm\\_20investigation\\_of\\_bact.pdf](http://lvemp.org/L_Publications/regional/scientific-conf2001/Kfm_20investigation_of_bact.pdf)

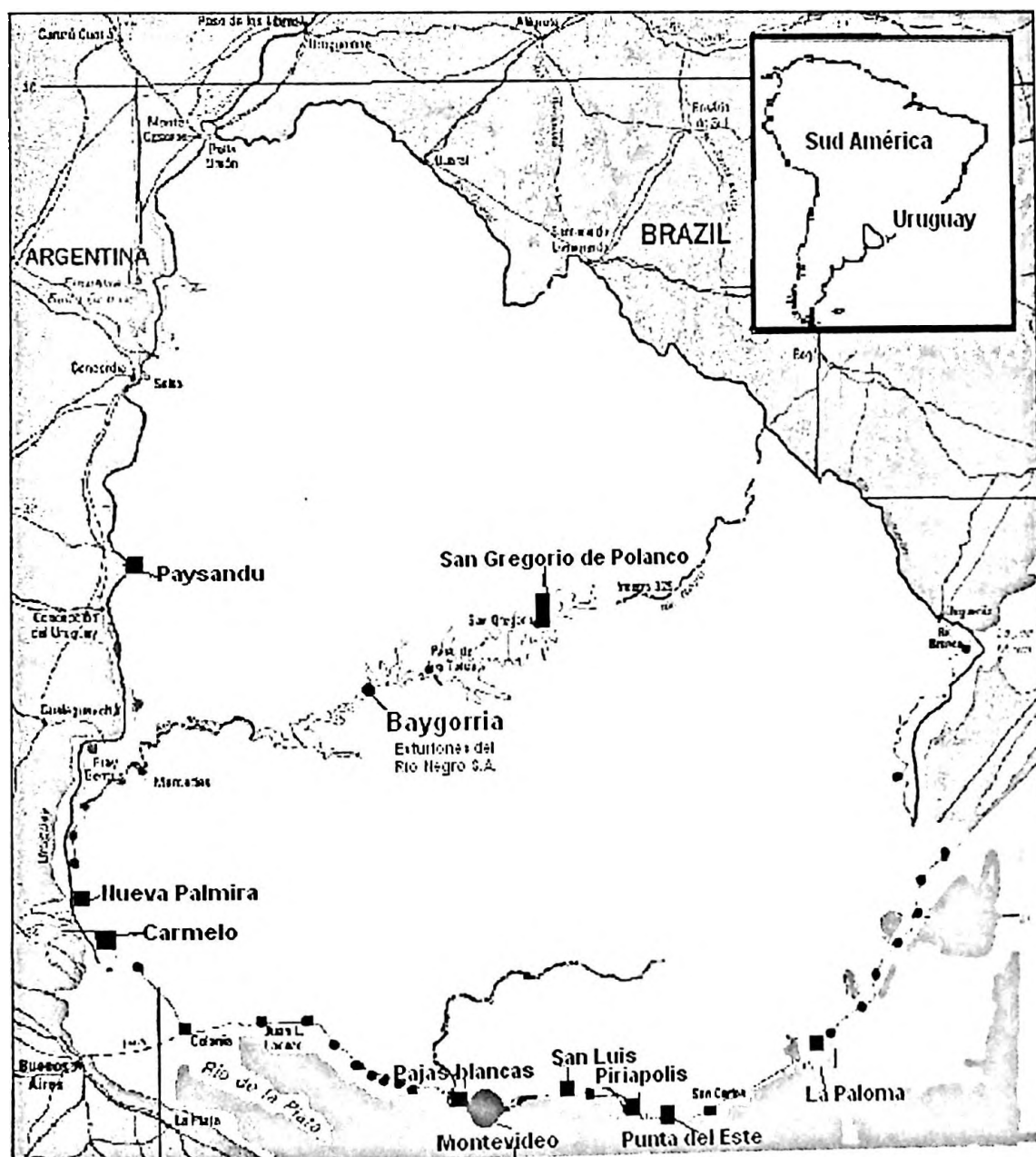
## ANEXO N° 1

Esturiones del Río Negro S.A.

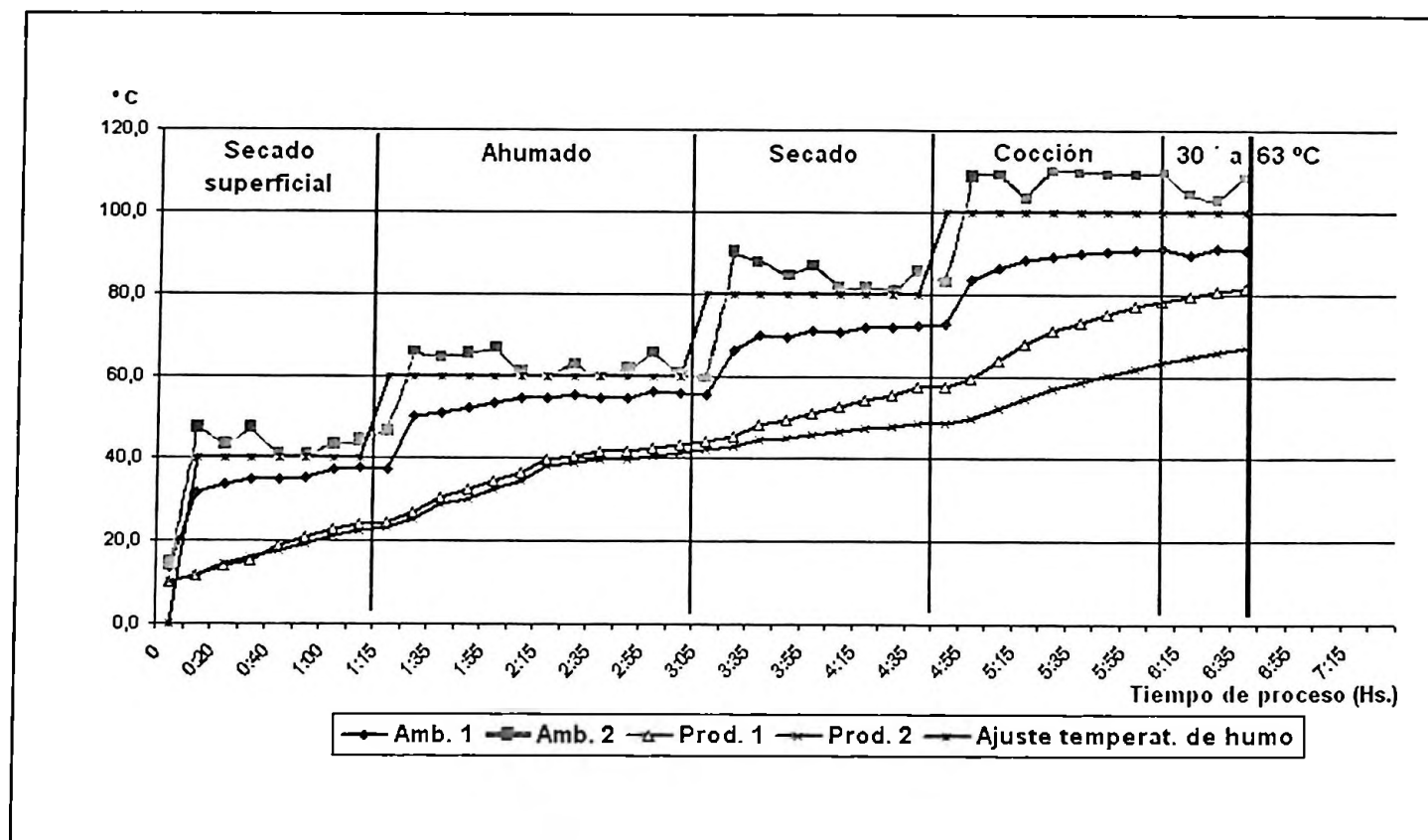
Planta de Incubación y Cría de Esturiones

Planta para procesamiento del Esturión y elaboración de Caviar

Departamento de Durazno - Uruguay



## ANEXO N° 2



Gráfica N° 1

Registro tipo de las temperaturas del humo y de las temperaturas internas de los filetes en función del tiempo.

### ANEXO N° 3

#### Cartilla de orientación para Gastrónomos

##### RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO, CONSUMO Y ALMACENAMIENTO DE FILETE DE ESTURIÓN AHUMADO, CONGELADO Y ENVASADO AL VACÍO

###### Información sobre el producto:

Las muestras que Ud. está recibiendo son los primeros ensayos de un producto que se está desarrollando a nivel piloto. El filete de esturión ahumado es un producto cocido, pronto para consumir; sometido a un salado suave y a un ahumado en caliente con humo natural de maderas duras y aromáticas de origen nacional.

###### Instrucciones para almacenamiento y consumo del alimento:

Mantener la cadena de frío durante el transporte y almacenamiento; el producto envasado al vacío debe mantenerse siempre congelado a  $-18^{\circ}\text{C}$  o menos.

###### Instrucciones para descongelar:

Previo al consumo, debe descongelarse siempre fuera del envase (retirar el producto de la bolsa al vacío) y en condiciones de refrigeración a una temperatura menor a  $+7^{\circ}\text{C}$ .

Nunca descongelar dentro del envase. Nunca descongelar a temperatura ambiente.

Retirar el producto del freezer 6 horas antes de consumirlo o utilizarlo en la preparación de un plato, siguiendo las indicaciones:

1. sacar el producto del envase (retirarlo de la bolsa de vacío).
2. poner el producto sobre una fuente o bandeja y colocar en heladera, cubriéndolo con un film de plástico adherente (tipo ROLOPACK) para evitar que se seque en la superficie.
3. retirar el producto de la heladera.
4. se puede consumir como plato frío o en la preparación de platos calientes.

###### Conservación y vida útil

Manteniendo el producto congelado a  $-18^{\circ}\text{C}$  o menos y envasado en su envase original, tiene una vida útil estimada de 4 meses a partir de su fecha de elaboración.

Una vez descongelado (fuera de su envase) el producto debe mantenerse en refrigeración y se mantiene apto para el consumo por plazo no mayor a 5 días. No re-congelar.

## ANEXO N° 4

### Cartilla de evaluación sensorial para panel de consumidores no entrenados (Prueba gastronómica) Modelo

ANVERSO



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS  
CSIC / ESTURIONES DEL RIO NEGRO S.A.  
Boleta de Evaluación *Productos Ahumados*

En esta oportunidad usted evaluará filetes de esturión ahumados. Por favor pruebe la muestra y conteste las siguientes preguntas:

1) ¿Qué le pareció el color exterior? (Marque en la escala adjunta)

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|

El color exterior me gustaría que fuera (marque sólo una opción):

|               |             |               |            |
|---------------|-------------|---------------|------------|
| Está bien así | Más intenso | Menos intenso | Diferente: |
|---------------|-------------|---------------|------------|

2) ¿Qué le pareció el color interno? (Marque en la escala adjunta)

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|

El color interno me gustaría que fuera (marque sólo una opción):

|               |           |              |            |
|---------------|-----------|--------------|------------|
| Está bien así | Más claro | Menos oscuro | Diferente: |
|---------------|-----------|--------------|------------|

3) ¿Qué le pareció el olor? (Marque en la escala adjunta)

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|

El olor me gustaría que fuera (marque sólo una opción):

|               |            |           |               |            |
|---------------|------------|-----------|---------------|------------|
| Está bien así | Más fuerte | Más suave | Más a pescado | Más a humo |
| Diferente:    |            |           |               |            |

4) ¿Qué le pareció el sabor? (Marque en la escala adjunta)

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|

El sabor me gustaría que fuera (marque sólo una opción):

|               |            |           |               |            |
|---------------|------------|-----------|---------------|------------|
| Está bien así | Más fuerte | Más suave | Más a pescado | Más a humo |
| Diferente:    |            |           |               |            |

5) ¿Qué le pareció el nivel de sal? (Marque en la escala adjunta)

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|

El nivel de sal me gustaría que fuera (marque sólo una opción):

|               |            |              |            |
|---------------|------------|--------------|------------|
| Está bien así | Más salado | Menos salado | Diferente: |
|---------------|------------|--------------|------------|

6) En qué ocasiones consumiría usted este producto?

|         |                     |                 |
|---------|---------------------|-----------------|
| Fiestas | Copetines - picadas | Almuerzo - cena |
| Otras:  |                     |                 |

REVERSO



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS  
CSIC / ESTURIONES DEL RIO NEGRO S.A.  
Boleta de Evaluación *Productos Ahumados*

¿7) Estaría dispuesto a comprar este producto?

|                |                  |         |                  |                |
|----------------|------------------|---------|------------------|----------------|
| Seguramente SI | Probablemente SI | Tal vez | Probablemente NO | Seguramente NO |
|----------------|------------------|---------|------------------|----------------|

¿8) ¿Qué tipo de presentación le parece más adecuada para el uso del producto a nivel de restaurantes?

Por favor exponga una idea de tamaño y presentación de las porciones. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

|        |     |     |     |
|--------|-----|-----|-----|
| FECHA: | DÍA | MES | AÑO |
|        |     |     |     |

NOMBRE :

\_\_\_\_\_

ANEXO N° 5

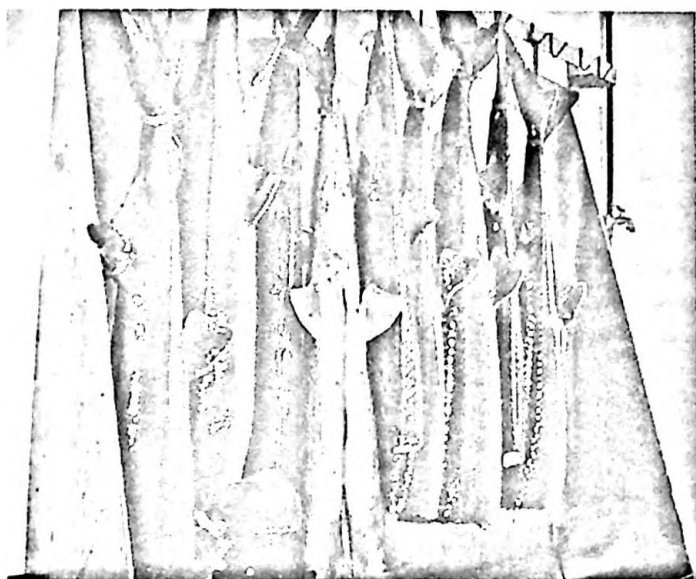


Foto 1  
Faena de esturiones  
Desangrado



Foto 2  
Procesamiento de filetes  
sin piel



Foto 3 - Salado en seco

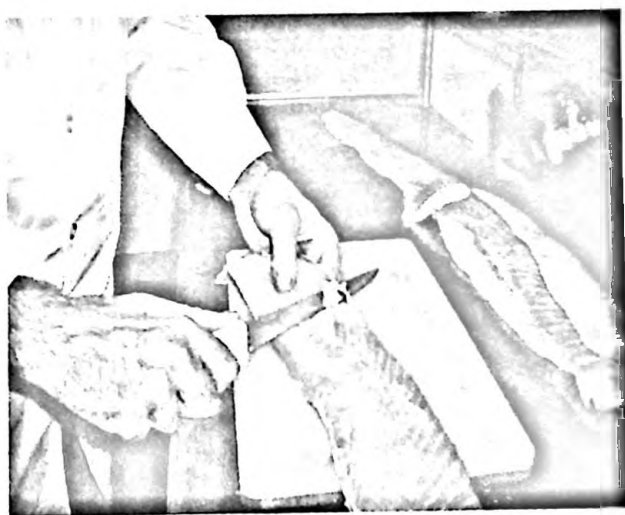


Foto 4 - Recorte de filetes y troceado



Foto 5  
Disposición en parrillas  
dentro del ahumador

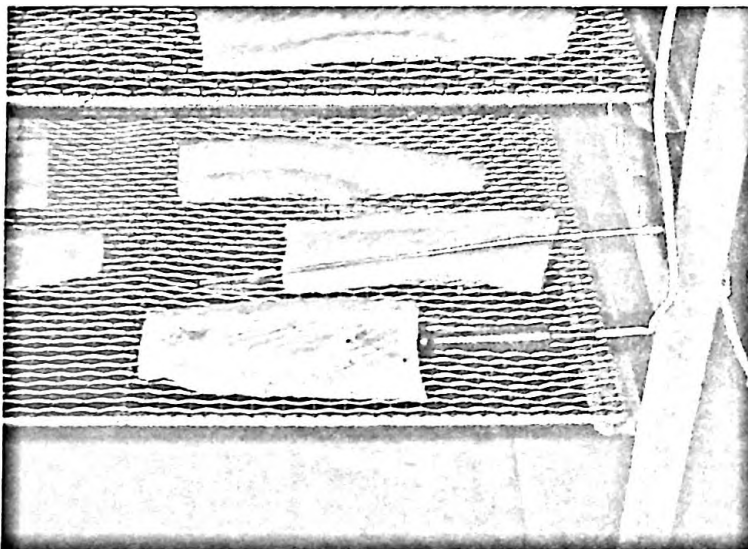


Foto 6  
Colocación de termocuplas  
registro de  
temperaturas de proceso

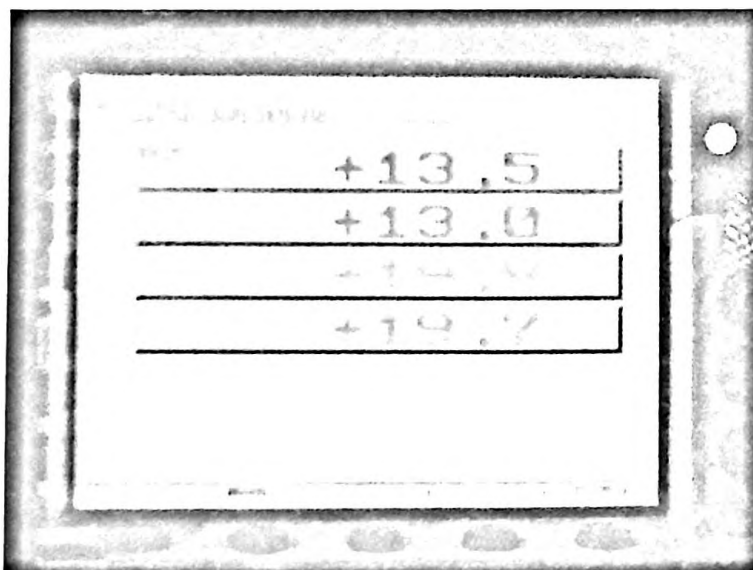


Foto 7  
Registro de temperaturas  
de proceso

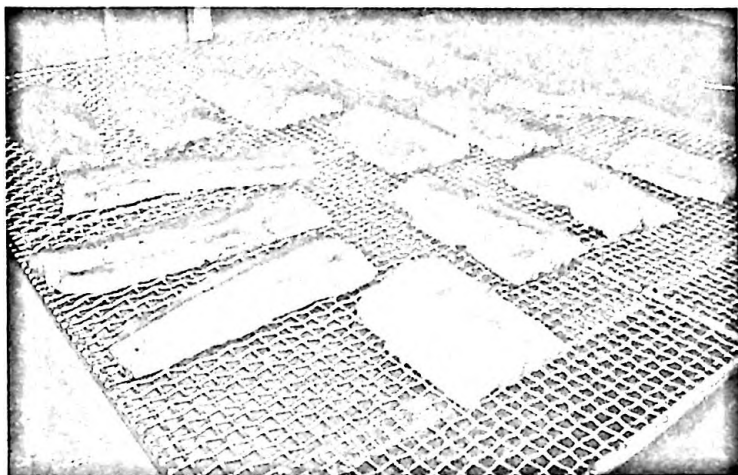


Foto 8  
Filetes ya ahumados

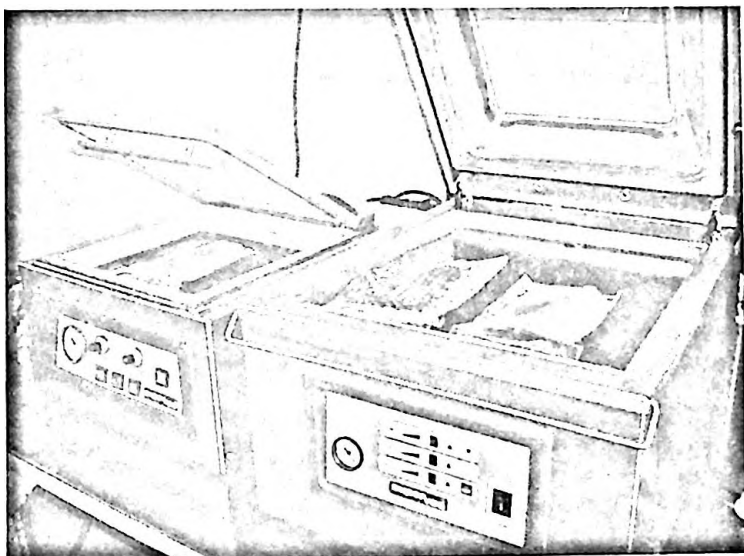


Foto 9  
Envasado al vacío

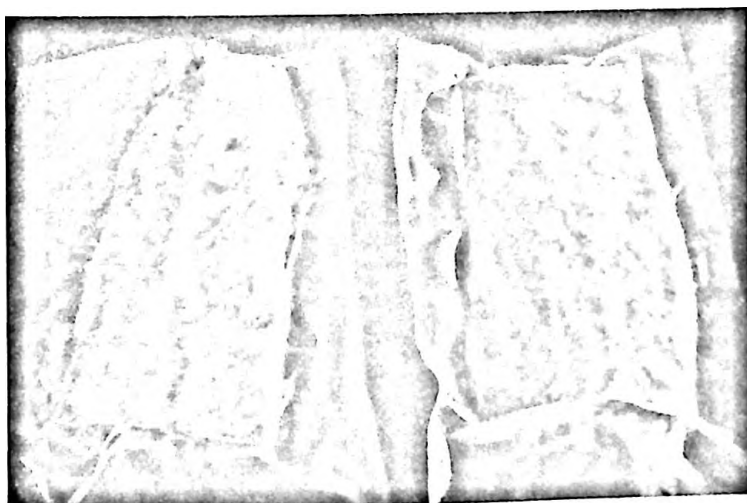


Foto 10  
Producto piloto final  
envasado al vacío y  
congelado