

DESARROLLO TECNOLÓGICO DE CARNE AHUMADA DE
ESTURIÓN (*Acispenser spp.*)

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF SMOKED MEAT OF STURGEON (*Acispenser spp.*)

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

Instituto de Investigaciones Pesqueras Prof. Dr. Víctor H. Bertullo

Universidad de la República. Montevideo, Uruguay

Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) de la Universidad de la República.

Programa de Vinculación con el Sector Productivo

Recibido em: 21 de abril de 2008

Abstract - The Aquaculture Company “Esturiones del Río Negro S.A.” has been developed the Sturgeon culture in Uruguay, mainly the species *Acispenser baerii* (Siberian sturgeon) and *Acispenser 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 imposes 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 after 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*), easily to obtained 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. 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

¹ Responsable científico del Proyecto

² Investigadores contratados por CSIC

³ Investigadora del I.I.P.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de Esturión (*Acispenser spp.*) se ha desarrollado en Uruguay por parte de la empresa Esturiones del Río Negro S.A.⁴ desde 1995, en las instalaciones ubicadas sobre la Represa de Baygorria (Figura 1). 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.



Figura 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.

⁴ www.caviaruruguay.com.uy

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, situada en el Departamento de Río Negro a 244 Km. de la ciudad de Montevideo, en el área del Lago de la Represa de Baygorria, en el centro del país. (Mapa en Figura);
- 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 m³. En 2005 esta área fue ampliada con estanques artificiales ubicados en tierra, totalizando más de 5,000 m³.
- 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 m². 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)⁵ de la Universidad de la República. Es así que 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.

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.

⁵ www.csic.edu.uy

Los machos jóvenes son sacrificados también luego de alcanzar un peso mínimo (vivo) de entre 1,00 y 1,5 Kg. cada pieza, por un tema de rentabilidad económica y para limitar los gastos defuncionamiento 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.⁶

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.
2. Utilizar las tecnologías de la salazón y del ahumado como base de los ensayos a realizarse en la Planta Piloto.
3. 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.
4. 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.

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.

⁶ Infopesca (2005)

- 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°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.⁷

EVALUACIÓN DE PRODUCTO FINAL

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 .

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.

⁷ 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 18th, 1995.

RESULTADOS

La materia prima filetes de esturión sin piel congelados posee determinadas características que se resumen en las Tablas 1, 2, 3, 4, 5 y 6, y Figura 2.

Tabla 1 - 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

Tabla 2 - Composición química media de filetes de esturión sin piel.

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

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

Tabla 3 - Resultados de la evaluación sensorial de filetes de esturión descongelados.

Atributo/Lote N°	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

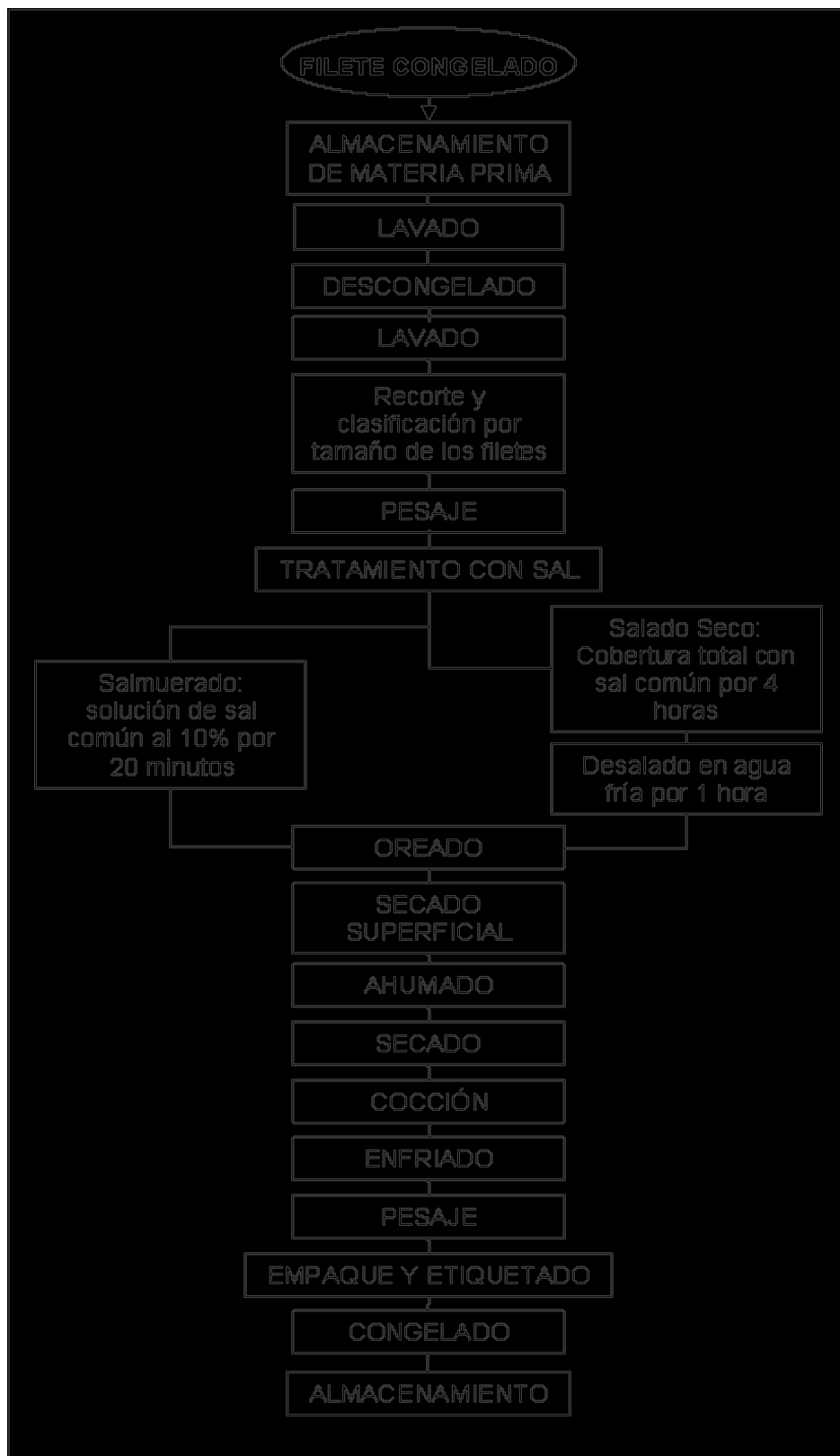


Figura 1 - Flujograma del proceso de ahumado de filetes de esturión desarrollado sobre la base de los ensayos realizados para el proyecto.

Aplicado el proceso, los rendimientos permitieron 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”.

Tabla 4 - Rendimientos de proceso.

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

N = 25

El producto final *Filetes de Esturión ahumados en caliente, congelados y envasados al vacío* presentó características organolépticas, además de las condiciones de salubridad necesarias por lo que es posible asegurar que el producto desarrollado podrá ser tomado como base para futuros emprendimientos comerciales de la empresa contraparte.

Tabla 5 - Composición química del producto final. Media.

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

N = 5

Tabla 6 - Cloruros y a_w en la porción comestible del producto final

Producto	Cloruros		a_w	
	Min.	Max.	min.	max.
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

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:
 - a) Las condiciones físicas del filete, especialmente el largo y espesor.
 - b) Las condiciones bromatológicas propias de la materia prima utilizada, especialmente el contenido en lípidos y humedad.
 - c) 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.

d) 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: a) 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; b) 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; c) 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; d) 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; e) 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; f) 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; g) 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 (Figura 3a,b,c,d,e,f,g,h,i,j).



Figura 3 - A) Faena de esturiones. Desangrado; B) Procesamiento de filetes sin piel; C) Salado en seco; D) Recorte de filetes y troceado; E) Disposición en parrillas dentro del ahumador; F) Colocación de termocuplas para registro de temperaturas de proceso.



Figura 3 (Cont.) - G) Registro de temperaturas de proceso; H) Filetes ya ahumados; I) Envasado al vacío y J) Producto piloto final envasado al vacío y congelado.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC (1998). 16th Ed. 4th. Rev. U.S.A.

Cann D. C. (2001) Botulism and Fishery Products. FAO in partnership with Support unit for International Fisheries and Aquatic Research, SIFAR. Assecced in: <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5902e/x590200.htm>.

Codex Alimentarius (2006). Código Internacional Recomendado de Prácticas para el pescado ahumado. Assecced in: <http://www.codexalimentarius.net/gsfonline/foods/details.html?id=158>.

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.

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. Montevideo.

Fundación Nacional para la superación de la pobreza. Pesca Artesanal (1991). Elementos para el desarrollo productivo. Cap. 4. Santiago de Chile.

Hilderbrand, K. Fish smoking procedures for Forced Convection Smokehouses (2006). Oregon State University Extension Sea Grant Program. Accessed in: <http://seagrant.orst.edu/sgpubs/onlinepubs/101001.pdf>.

Huss, H.H. (1997) Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. *FAO Documento Técnico de Pesca*. No. 334. 174p. Roma: FAO.

Infopesca (2005). Información commercial. Accessed in: www.caviarderiofrio.com y www.piscifactoriadesierranevada.com.

International Agency for Research in Cancer (IARC) (2006). Benzopyrene. Vol N°192-97-2. Accessed in: www.cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol32/benzo%5Be%5Dpyrene.html

Robinson S. (2000). Smokers: Though technology has streamlined the process, smoking still requires a human touch. Accessed in: <http://www.seafood.ucdavis.edu>.

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. Accessed in: <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5890e/x5890e00.htm>.

Torry Research Station - Ministry Of Technology (2001) Torry Advisory Note No. 14 (Revised). Smoked Fish Recommended Practice for Retailers. FAO, Support unit for International Fisheries and Aquatic Research, SIFAR, 2001. Accessed In: <http://www.fao.org/wairdocs/tan.htm>.

US FDA. Compendium of Fish and Fishery Processing Methods, Hazards and Control. Accessed in: <http://seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/7.htm>.

US Department of Health and Human Service (2001). Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Report on Carcinogens. List of Hazardous Substances. Wood smoke, chemical composition. Accessed in: www.burningissues.org.

US Department of Health and Human Service (2001) Agency for toxic substances and Disease registry (ATSDR). Report on Carcinogens. List of Hazardous Substances. Chemical Found in Both Wood Smoke and Tobacco Smoke. In: www.burningissues.org.

Vincent O. O., Muchiri M., Thakor P. (2001) Investigation of bacteriological quality of smoked fish. Accessed in: http://lvemp.org/L_Publications/regional/scientific/conf2001/Kfm_20_investigation_of_bact.pdf. ❁