

Colección Manuales No. 1

INGENIERÍA PESQUERA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE RECURSOS NATURALES



Alvaro E. Espeleta Maya / Omar José Carreño Montoya
Rubi Olga Corvacho Montoya

FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE CHICHARRONES A PARTIR DE SEIS ESPECIES PESQUERAS





Formulación y elaboración de chicharrones a partir de seis especies pesqueras

Ing. Especialista Omar José Carreño Montoya

Ing. Especialista Ruby Olga Corvacho Narváez

Ing. Especialista Alvaro E. Espeleta Maya

Santa Marta, D.T.C.H (Colombia)

Omar José Carreño Montoya
Ruby Olga Corvacho Narváez
Alvaro E. Espeleta Maya
Formulación y elaboración de chicharrones a partir
de seis especies pesqueras

© **Omar José Carreño Montoya**
Ruby Olga Corvacho Narváez
Alvaro E. Espeleta Maya
© **Fondo Editorial Universidad del Magdalena**

Santa Marta, Colombia

ISBN: 958-97023-4-1

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

Carlos Eduardo Caicedo Omar
Rector

José Manuel Pacheco Ricaurte
Vicerrector Académico

Denise Rangel Lozano
Vicerrectora Administrativa y Financiera

Anselmo Rafael Marín Perea
Decano Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales

Favio Silva Vallejo
Director Fondo Editorial

Miembro de la Asociación Colombiana
de Editoriales Universitarias

Queda totalmente prohibida la reproducción total o en parte
de esta obra sin el previo consentimiento de su autor.

Diseño Carátula
Luis Fernando Escobar Restrepo

Preprensa e impresión
Gente Nueva Editorial
Bogotá, D.C

PRIMERA EDICIÓN
Noviembre de 2002

Resumen

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga (CPPPT) de la Universidad del Magdalena, ubicado en el corregimiento de Taganga, comunidad pesquera por tradición.

La materia prima fue adquirida de los pescadores de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) y de Taganga; todas las fases de procesamiento se efectuaron en el CPPPT. Los análisis microbiológicos de la materia prima y los productos terminados se efectuaron en el laboratorio del mismo centro; y los bromatológicos en el Laboratorio de Química de la Universidad del Magdalena.

En una primera etapa se llevaron a cabo ensayos preliminares y sus resultados permitieron la selección de una formulación base para la elaboración de los chicharrones a partir de pulpa de seis especies pesqueras, y establecer las condiciones de proceso: temperatura de mezcla entre 5 y 8 °C; temperatura de cocción entre 75 y 85 °C; forma de moldeo tubular en fundas de polietileno (PE) de 55 mm de diámetro y longitud de rollo de 30 cm; espesor de lámina para secado entre 1 y 1.5 mm; secado natural hasta textura quebradiza; y presentación final: láminas secas empacadas en bolsas de polietileno de alta densidad.

Se desarrollaron los estudios técnicos utilizando como materias primas pulpas de Macabí *Elops saurus*, Cojinoá *Caranx crysos*, Bonito *Euthynnus alletteratus*, Machuelo *Opisthonema oglinum*, Ojogordo

Selar crumenophthalmus y Lisa *Mugil incilis*. En esta fase del estudio se determinó el rendimiento de cada especie durante el procesamiento de cada tipo de chicharrón, habiéndose obtenido el mejor resultado con la especie Macabí *Elops saurus* (35.35%).

La evaluación microbiológica permitió establecer que el producto pesquero tipo chicharrón es apto para consumo humano. Los análisis bromatológicos del chicharrón de pescado, lo presentan como un alimento de buen nivel de proteínas (entre 14.33 y 16.54%) y contenido graso bajo (0.33 y 0.70%). Los valores porcentuales de carbohidratos están entre 68.91 y 71.79%.

Los análisis sensoriales del chicharrón a partir de pulpa de Macabí *Elops saurus*, ofrece excelentes características de expansión, crocantez, olor, sabor y color. En términos generales, este alimento presentó gran aceptabilidad por parte de los consumidores.

Los estudios de costos de producción de los diferentes chicharrones de pescado, revelan que estos alimentos permiten ser producidos y comercializados con buenas utilidades. El costo de producción de los chicharrones de pescado (láminas secas) varió entre 13561.28 y 24770.32 \$/Kg de producto terminado.

Al comparar los precios de venta de los chicharrones de pescado después de fritura con los de algunas marcas comerciales ("Al fresco", "Cronch" y "Margarita"), se determinó que los primeros pueden competir en el mercado nacional con amplias ventajas.



SUMMARY

The present study was carried out in the facilities of the Center Fishing Pilot of Taganga it Plants (CPPPT) of the University of the Magdalena, located in the corregimiento of Taganga, fishing community for tradition.

The matter prevails it was acquired of the fishermen of Santa Marta's Big Marsh (CGSM) and of Taganga; all the prosecution phases were made in the CPPPT. The analyses microbiológicos of the matter prevail and the finished products were made in the laboratory of the same center; and the bromatológicos in the Laboratory of Chemistry of the University of the Magdalena.

In a first stage they were carried out preliminary rehearsals and their results allowed the selection of a formulation it bases for the elaboration of the pork cracklings starting from pulp of six fishing species, and to establish the process conditions: mixture temperature between 5 and 8 °C; cooking temperature between 75 and 85 °C; it forms of I model tubular in polyethylene cases (PE) of 55 mm of diameter and longitude of roll of 30 cm; sheet thickness for drying between 1 and 1.5 mm; natural drying until brittle texture; and final presentation: dry sheets packed in bags of polyethylene of high density.

The technical studies were developed using as matters you prevail pulps of Macabí Elops saurus, Cojinoá Caranx crysos, Beautiful Euthynnus alletteratus, Machuelo Opisthonema oglinum, Ojogordo Selar

crumenophthalmus and Lisa Mullet incilis. In this phase of the study the yield of each species was determined during the prosecution of each pork crackling type, there being you obtained the best result with the species Macabí Elops saurus (35.35%).

The evaluation microbiológica allowed to establish that the product fishing type pork crackling is capable for human consumption. The analyses bromatológicos of the fish pork crackling, present it as a food of good level of proteins (between 14.33 and 16.54%) and (0.33 and 0.70%) fatty content under. The percentage values of carbohydrates are between 68.91 and 71.79%.

The sensorial analyses of the pork crackling starting from pulp of Macabí Elops saurus, offers excellent expansion characteristics, crocantez, scent, flavor and color. In general terms, this food presented great acceptability on the part of the consumers.

The studies of costs of production of the different fish pork cracklings, reveal that these foods allow to be produced and marketed with good utilities. The cost of production of the fish pork cracklings (dry sheets) it varied between 13561.28 and 24770.32 \$/ Kg of finished product.

When comparing the prices of sale of the fish pork cracklings after fritter with those of some commercial marks ("To the cool air", "Cronch" and "Margarita"), it was determined that the first ones can compete in the national market with wide advantages.

Antecedentes

Desde 1995, profesionales del Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga de la Universidad del Magdalena y del Servicio Nacional de Aprendizaje, han ve-

nido trabajando en la adaptación y desarrollo de una tecnología para el procesamiento del producto pesquero tipo "chicharrón". Sin embargo, no existe en Colombia una oferta de este



alimento formulado y procesado con pulpa de pescado.

Según Rado, E et al, 1989. El "Chicharrón de Pescado", también conocido como "Hojuela de Pescado" es un alimento tipo bocadito muy difundido en los países asiáticos y comúnmente llamado "Khao Kreab Kung" en Tailandia y "Keropok" en Indonesia.

En el Perú la Hojuela o Chicharrón de Pescado es considerado un nuevo producto, siendo actualmente introducido en el mercado local. Estudios relacionados con su elaboración datan desde 1974, cuando Quimper R et al desarrollaron el producto utilizando pulpa de Merluza (*Merluccius gayi peruanus*) fresca, no obstante diversas variables relacionadas con el estado de la materia prima, pretratamiento de la pulpa y otras características físicas necesarias para una producción semi-industrial sostenida, fueron obviadas. Diversos estudios, tomando en consideración algunos de estos parámetros, fueron reiniciados en el Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (ITP) desde 1982 (boletín de investigación, ITP, Vol 3, No 1, 107).

De acuerdo con estos antecedentes se planteó el presente estudio para formular y elaborar un producto pesquero comestible tipo Chicharrón, procesado a partir de seis especies pesqueras y caracterizar las materias primas y los productos terminados, desde el punto de vista microbiológico, organo-

léptico y fisicoquímico, así como también establecer los costos preliminares de producción.

Definición

Se define como "Chicharrón de Pescado" la mezcla de pulpa más sal, almidón (harina de maíz o papa), polvo para hornear como agente expansivo, agua en forma de hielo, y sometida la mezcla a cocción por vapor, posteriormente cortado en láminas finas y secado; para que al final, por contacto brusco con aceite vegetal a altas temperaturas, se expanda y adquiera textura crocante.

Metodología

Procedimiento en las etapas de producción del Chicharrón de Pescado. Para la elaboración del chicharrón de pescado se tuvieron en cuenta las operaciones que se presentan en el diagrama de proceso. Figura 1.

Adquisición y recepción. El Macabí *Elops saurus* y la Lisa *Mugil incilis* fueron adquiridas en la población de Tasajera, jurisdicción del Municipio de Ciénaga (Magdalena); se transportó enhielada en una nevera isotérmica de poliestireno expandido hasta el Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga (C.P.P.T.) para su posterior procesamiento. Las especies pesqueras Bonito *Euthynnus alletteratus*, Cojinoá *Caranx crysos*, Ojogordo *Selar crumenophthalmus* y Machuelo *Opisthopterus oglinum* fueron compradas a



pescadores de la Bahía de Taganga, los que las trasladaron hasta el Centro en estado fresco.

Pesajes. Se utilizó una balanza electrónica marca "Javar" con capacidad para 15 Kg, buscando establecer el peso inicial de la materia prima y el final de los productos terminados, para poder calcular los rendimientos de los alimentos elaborados.

Control de calidad en la materia prima. Se llevó a cabo con base en análisis organolépticos (sistema de evaluación sensorial para pescado fresco). Sin embargo, también se les practicó a las materias primas análisis microbiológicos y bromatológicos con el fin de determinar la microflora y la composición química proximal iniciales de cada especie en estudio, respectivamente.

Limpieza. Con este término se agruparon las operaciones de lavado, escamado, eviscerado y el retiro de músculo rojo, piel y espinas. Durante el lavado se utilizó agua clorada (solución de hipoclorito de sodio 2 ppm) con hielo para obtener temperaturas menores a 10 °C, con el fin de eliminar restos de sangre, vísceras, materias fecales y otros elementos contaminantes. Las otras operaciones se efectuaron para obtener la pulpa libre de piel, espinas y músculo rojo.

Picado de la pulpa. Se realizó en una cortadora (Cutter) marca "Hobart" con capacidad para cinco (5) litros. El hie-

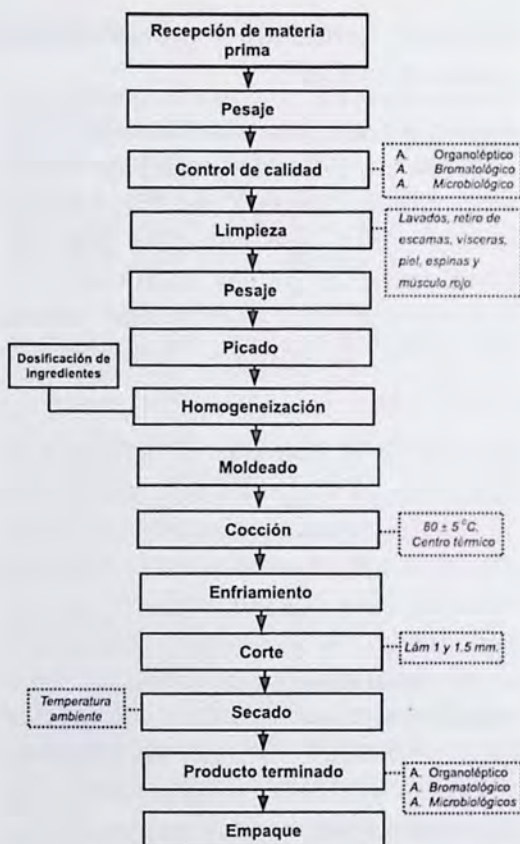


Figura 1. Diagrama de proceso para la elaboración del chicharrón de pescado.

lo se adicionó durante el homogeneizado con el fin de mantener la temperatura de mezcla.

Dosificación. En esta operación se tuvo en cuenta la formulación escogida durante los ensayos preliminares. Cuadro 1.

Homogeneizado. Se llevó a cabo en una cortadora "Hobart", entre 15 y 20 minutos, manteniendo la temperatura de mezcla entre 4 y 8 °C. El orden de entrada de cada ingrediente en esta operación fue el siguiente:



Macabí *Elops saurus*, entero y en pulpa



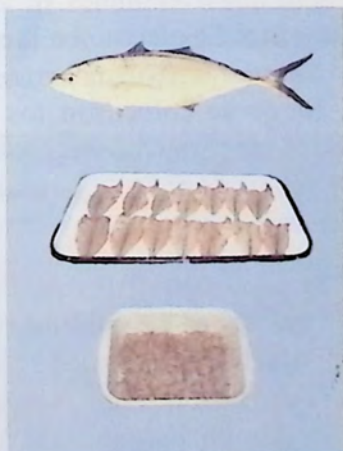
Lisa *Mugil incilis*, entero, en posta y filete



Machuelo *Opisthonema oglinum*, entero, en posta y filete



Ojogordo *Selar crumenophthalmus*, entero



Cojinoa *Caranx crysos*, entero, en filete y pulpa



Bonito *Euthynnus alletteratus*, entero, en posta y filete

Figura 2. Materias primas para proceso de chicharrón de pescado.



Figura 3. Homogenizado

- 1 Pulpa de pescado
- 2 Sal común
- 3 Fécula de maíz comercial (Maizena)
- 4 Polvo para hornear

Moldeado. Se utilizó una embutidora manual con capacidad para 12 litros de mezcla, usando, para introducir el homogeneizado, fundas de polietileno (plásticas) con diámetro de 55 mm. Para el desarrollo técnico del estudio se seleccionó una longitud de 30 cm por rollo de mezcla. Fue impor-



Figura 4. Moldeado (a)



Figura 4. Moldeado (b)

tante en esta etapa controlar la presión de embutido, tratando de obtener rollos con presión uniforme (firmes al tacto).

Cocción. Los rollos moldeados se colocaron en una malla metálica sobre el cocinador para desarrollar el proceso de cocción a vapor, llevado con lentitud, hasta alcanzar una temperatura entre 75 y 85 °C en el centro térmico de los rollos. El propósito básico es inactivar enzimas y microorganismos no esporulados; asimismo, facilitar la coagulación de las proteínas y conferir textura al producto.

Enfriamiento. Se efectuó en la sala de proceso a temperaturas entre 20 y 25 °C, luego se colocaron los rollos moldeados en reposo a temperaturas de refrigeración (6 - 8 °C) durante un tiempo entre 12 y 16 horas.

Corte. Se hizo con el fin de obtener láminas entre 1 y 1.5 mm de espesor para facilitar el proceso de secado. Para esta operación se utilizó una cortadora de jamón marca "Elek de Corelek S.A de Oion- Araba", España. (Figura 5).



Figura 5. Corte en láminas

Secado. Se implementó una forma artesanal durante el secado de las láminas de producto en proceso, se extendieron las láminas sobre la superficie de mesas de acero galvanizado, cubriéndolas con malla plástica (anexo), para evitar la contaminación por insectos. Las condiciones de temperatura del ambiente al momento de la realización del estudio (34 °C), permitieron alcanzar una textura quebradiza en las láminas en un tiempo que osciló entre 6 y 7 horas. Esta operación entrega al producto terminado mejores condiciones de estabilidad frente al deterioro enzimático y microbiano,



Figura 6. Secado natural

en virtud de la disminución de su contenido acuoso hasta niveles bajos, menores al 12%.

Control de calidad para el producto terminado. Se realizó con base en análisis organolépticos, microbiológicos y bromatológicos.

Empaque. Las láminas secas obtenidas con las diferentes especies pesqueras, se empaquetaron en bolsas plásticas de polietileno (PE) de alta densidad, en presentaciones de 100 g. Se almacenaron a temperatura ambiente, en un lugar fresco y seco, para estudiar su vida en anaquel.



Figura 7. Producto empaquetado

Fritura. Se llevó a cabo utilizando aceite vegetal (palma africana) calentado a temperaturas entre 180 y 200 °C, buscando un contacto brusco entre las láminas y el aceite caliente, para favorecer el proceso de expansión.

Estudios preliminares de costos de producción

Se llevaron a cabo para cada uno de los productos terminados, teniendo



en cuenta el análisis de los costos fijos y variables de esta línea de proceso. También se hizo un estudio comparativo con precios de venta de algunos productos similares existentes en el mercado. Con respecto a los precios de venta de los chicharrones de pescado se establecieron de acuerdo con:

$$\text{PVP} = \text{CP} + 25\% \text{ CP FOB} + 25\% \text{ CP}$$

Donde:

PVP = Precio de venta al público

CP = Costos de producción

FOB = Free on board (franco a bordo)

25% CP = Utilidad

Resultados y discusión

Formulación seleccionada para los estudios técnicos

Al evaluar sensorialmente los productos terminados (láminas secas), obtenidos de los ensayos preliminares, observando después de la fritura las condiciones de olor, color, sabor y, especialmente, su grado de expansión y crocancia, se escogió la formulación presentada en el Cuadro 1.

Análisis organoléptico. Siguiendo la metodología "Sistema de evaluación sensorial para pescado fresco", se valoró el índice de frescura de las especies pesqueras en estudio, teniendo en cuenta olor, coloración y textura de las diferentes partes del cuerpo.

Cuadro 1. Formulación para chicharrón de pescado

Ingredientes	Cantidad basada en la materia prima (g/100 g)
Pulpa de pescado	100.00
Fécula de maíz (Maizena)	65.000
Polvo para hornear	4.00
Sal común	2.00
Hielo	65.00

Fuente: Los autores.

De acuerdo con los valores obtenidos de índices de frescura mediante el análisis organoléptico, se constató que las materias primas utilizadas durante el estudio técnico del procesamiento de chicharrón de pescado presentaron Calidad I, correspondiente a "Categoría Superior".

El Cuadro 2 presenta la calificación organoléptica obtenida para cada especie íctica.

Cuadro 2. Calificación organoléptica para las seis especies ícticas empleadas en la elaboración del "chicharrón de pescado"

Especie	Índice de frescura	Categorías
Macabí <i>Elops saurus</i>	7	I Superior
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	8	I Superior
Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	8	I Superior
Lisa <i>Mugil incilis</i>	7	I Superior
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	8	I Superior
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	8	I Superior

Fuente: Los autores.

Es importante anotar que la pérdida de "frescura" en un pescado, está ín-



timamente relacionada con el tipo de especie (magra o grasa, demersal o pelágica, etc), tamaño, condición física (si esta agotado o no), estado gonadal, edad, sexo y, finalmente, con el área y método de captura.

El valor comercial de un pescado viene dado por el grado de frescura en el momento de la venta; por lo tanto, se debe conocer qué pasa con él después de su muerte. Una vez muere el pescado, su músculo se presenta blando y flexible; el tejido aún está vivo, se dice que el pescado esta en pre-rigor.

Después de un tiempo, el tejido muscular comienza a endurecerse y a ponerse rígido (rigidez cadavérica), se dice que el pescado entra en rigor mortis. Posteriormente, el músculo comienza a ablandarse, el rigor ha pasado y el pescado se encuentra en post-rigor (Silva, G. 1998.7-8).

Durante el rigor mortis no hay deterioro microbiano, ni enzimático. Por lo anterior, si mayor es el tiempo de ingreso y paso por la fase de rigor mortis de un pescado, menor es la pérdida de su frescura.

Análisis del contenido bromatológico. Los resultados se presentan en el Cuadro 3.

En el Cuadro 3 se observa que el contenido de humedad de las especies en cuestión oscilan entre 74.00 y 77.10 g/100 g, valores similares a los encontrados por Vicetti R (1995).

Cuadro 3. Composición bromatológica de las especies pesqueras utilizadas en la elaboración del "chicharrón de pescado"

Materia prima	Humedad (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Grasas (g/100g)	Cenizas (g/100g)
Macabí <i>Elops saurus</i>	76.80	18.00	2.10	2.30
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	75.50	20.20	2.00	1.80
Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	74.20	23.50	1.50	1.60
Lisa <i>Mugil incilis</i>	75.20	19.00	2.90	1.40
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	76.40	19.80	1.90	1.50
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	77.10	18.30	2.30	1.30

Fuente: Los autores.

Las especies utilizadas en la presente investigación, de acuerdo con sus niveles de proteínas y grasas, se pueden considerar como peces de grasa baja y alta proteína, según las diferentes categorías establecidas por Stansby (1968).

Por su composición bromatológica, las especies empleadas en la investigación resultan ventajosas como materia prima en la elaboración de diferentes alimentos pesqueros, entre ellos el chicharrón de pescado, pues contienen altos niveles proteicos, lo que se reflejará en beneficio nutritivo para los consumidores.

Vale la pena anotar que la composición química porcentual de los peces difiere de una especie a otra; y aún entre ejemplares de una misma especie se presentan diferencias significativas dependiendo de la edad, sexo, estado fisiológico, época del año, entre otros factores.



Análisis microbiológico. Según las pruebas microbiológicas practicadas en estado fresco a las especies que se utilizaron como materia prima para la elaboración del chicharrón de pescado, se encontró que los recuentos de microorganismos aerobios mesófilos para las especies Macabí *Elops saurus* y Lisa *Mugil incilis*, (10×10^4 y 13×10^3 UFC/g de muestra, respectivamente), están por debajo de los obtenidos por Villada (1998), en tres muestras de pulpa de Macabí *Elops saurus*, capturada en la CGSM.

Se observa que tanto el recuento de mesófilos aerobios obtenido por Villada (1998), como los encontrados en el presente estudio, están por debajo de los valores referenciados por Acevedo (1982) que acepta entre 10^6 y 10^8 UFC/g para materia prima. Los valores de UFC mesoaerobios/g de muestra en Macabí *Elops saurus* y Lisa *Mugil incilis*, también son inferiores a los determinados por Villamizar, M y Juré I, 1997 (17×10^4 UFC/g), en muestras de Bocona *Cetengraulis edentulus* capturada en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM).

Por otro lado, los mismos recuentos microbiológicos en las especies Cojinoá *Caranx crysos*, Bonito *Euthynnus alletteratus*, Machuelo *Opisthonema oglinum* y Ojogordo *Selar crumenophthalmus*, están por debajo de los valores referenciados; lo cual es evidente si se tiene en cuenta que el Macabí *Elops saurus* y la Lisa *Mugil incilis* proceden de la Ciénaga Grande de

Santa Marta (CGSM), los que poseen alto grado de contaminación fecal, además de ser deficientes las condiciones de su manipulación.

Los otros peces fueron adquiridos de los pescadores de la Bahía de Taganga y capturados por ellos en sitios de pesca que presentan niveles de contaminación más baja y son sometidos a mejores condiciones de manipulación y proceso.

Siempre se debe tener especial atención al grupo de mesófilos aerobios, debido a que en ellos están incluidos la mayoría de microorganismos patógenos, productores de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA). Además, la vida útil de un producto alimenticio está definida por los recuentos de estos microorganismos. Ver Cuadro 4.

El recuento de Coliformes Totales (NMP/g) determinado en las especies adquiridas en la CGSM Macabí *Elops saurus* y Lisa *Mugil incilis* está por encima de los límites permisibles según la FDA (Food and Drug Administration) y la ICMSF (International Comisión of Microbiological Specification for Food): no mayor de 100/g (Villada, M. 1998). De igual manera, el valor de Coliformes Fecales en las especies empleadas superan lo permitido por la FDA y la ICMSF, que sólo admiten ausencia de estos microorganismos.

Sin embargo, en las especies procedentes de la ensenada de Taganga, son



Cuadro 4. Análisis microbiológico en la pulpa obtenida de las especies utilizadas para la elaboración del chicharrón de pescado

Especie	Aerobios Mesófilos (UFC/g)	Coliformes Totales (UFC/g)	Coliformes Fecales (UFC/g)	Staphylococcus aureus (UFC/g)	Salmonella (presencia)	Esporas sulfito reductoras, Clostridium (UFC/g)	Psicrófilos (UFC/g)
Macabí <i>Elops saurus</i>	10×10^4	1000	23	3×10	Negativo	<10	12×10^2
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	1×10^3	43	3	<100	Negativo	-	10×10^2
Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	2×10^3	93	<3	<100	Negativo	<10	11×10^3
Lisa <i>Mugil incilis</i>	13×10^3	1100	43	4×10	Negativo	<10	10×10^2
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	2×10^2	80	<3	<100	Negativo	<10	1×10^2
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	6×10^3	100	<3	<100	Negativo	<10	3×10^2

Fuente: Los autores.

bajos los valores de Coliformes Totales y Coliformes Fecales (NMP/g). Los resultados presentados en el Cuadro 4 permiten constatar la ausencia de Salmonella en las especies analizadas. Asimismo, hubo niveles de esporas Clostridium sulfito-reductoras inferiores a 10 UFC/g muestra analizada.

Para el caso de los recuentos de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva en las muestras estudiadas, sólo las especies de la CGSM presentan valores por encima de 100 UFC/g muestra.

Con base en los resultados que se presentan en el Cuadro 4, no es difícil asegurar que el consumo de estas especies, capturadas en la CGSM, sin tratamiento térmico previo (Cebiche y otros productos, etc) implica riesgos, por lo que se debe tener sumo cuidado y una manipulación esmerada durante cualquier proceso.

Es importante anotar que el producto chicharrón de pescado, es un alimento con niveles bajos de humedad que implica un buen manejo de baja actividad de agua (A_w), que no permite el crecimiento y desarrollo de microorganismos. Además, para el consumo humano debe ser sometido a tratamiento de fritura en aceite vegetal a temperaturas entre 150 y 200 °C.

Rendimientos

Desde pescado entero hasta pulpa. La fracción comestible y aprovechable (sin incluir músculo rojo) para el proceso tecnológico del producto pesquero tipo chicharrón, está en función de la forma del cuerpo, tamaño de la cabeza y de la masa de músculo rojo que posee cada especie.

En el Cuadro 5, se observa que los rendimientos en las especies Macabí *Elops saurus* y Lisa *Mugil incilis*, son mayores que los determinados en las



Cuadro 5. Rendimientos de las especies utilizadas durante el proceso de elaboración del chicharrón de pescado (g/100g)

Especie	Macabí <i>Elops saurus</i>			Cojinoa <i>Caranx crysos</i>			Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>			Lisa <i>Mugil incilis</i>			Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>			Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>		
Pescado entero	100.00			100.00			100.00			100.00			100.00			100.00		
Eviscerado	84.40			86.50			83.74			86.50			82.60			90.20		
Filete con piel	62.50			60.10			58.24			60.00			51.94			54.30		
Pulpa	45.50	100.00		38.53	100.00		36.29	100.00		43.05	100.00		37.28	100.00		29.49	100.00	
Homogenizado	93.41	205.30	100.00	84.70	219.83	100.00	74.88	206.34	100.00	87.53	203.32	100.00	76.24	204.51	100.00	59.58	202.03	100.00
Embutido	91.58	201.27	98.04	81.82	212.35	96.60	71.09	195.89	94.94	86.10	200.00	98.37	75.16	201.61	98.58	58.57	198.61	98.30
Cocción	91.05	200.11	97.47	77.85	202.05	91.91	70.67	194.74	94.38	85.57	198.77	97.76	74.49	199.81	97.70	57.60	195.32	96.68
Corte en láminas	72.97	160.37	78.12	54.21	140.70	64.00	54.74	150.84	73.10	67.21	156.12	76.79	55.62	149.20	72.95	42.70	144.79	71.67
Láminas secas	33.20	72.97	35.54	24.20	62.81	28.57	26.56	73.19	35.47	30.35	70.50	34.67	27.43	73.58	35.98	19.60	66.46	32.90
Producto empacado	33.02	72.57	35.35	23.43	60.81	27.66	25.63	70.63	34.23	29.95	69.57	34.22	26.24	70.39	34.42	19.20	65.11	32.23
Producto consumo*	69.34	152.40	74.23	32.80	85.13	38.73	53.82	148.31	71.88	50.92	118.27	58.17	47.23	126.70	61.95	36.48	123.70	61.23

Fuente: Los autores

*Presentación después de fritura, información adicional.

otras especies pesqueras; lo cual se puede atribuir a que los primeros poseen cabezas pequeñas, forma de cuerpo fusiforme y poco músculo rojo, en comparación con la Cojinoa *Caranx crysos*, el Bonito *Euthynnus alletteratus*, Machuelo *Opisthonema oglinum* y el Ojogordo *Selar crumenophthalmus*.

Stansby (1968) afirma que el rendimiento en el fileteado del pescado varía según la especie. Las que tienen cabeza grande rinden menos en pulpa, que aquellas que tienen cabezas pequeñas.

En el proceso de elaboración del chicharrón de pescado. En el Cuadro 5 se presentan los rendimientos de las especies pesqueras utilizadas, partiendo desde pescado entero hasta los productos

finales, señalando la variación porcentual etapa por etapa. Figura 8.

Según los rendimientos porcentuales que se muestran en el Cuadro 5, los mayores correspondieron a las especies Macabí *Elops saurus* y Lisa *Mugil incilis*, mientras que el Machuelo *Opisthonema oglinum* y la Cojinoa *Caranx crysos* registraron los menores valores.

Control de calidad de productos terminados

Evaluación sensorial. Se efectuó tomando muestras al azar de las láminas secas de cada tipo de chicharrón, evaluando las condiciones de olor, color y textura. Los resultados de esta evaluación se presentan en el cuadro 6.

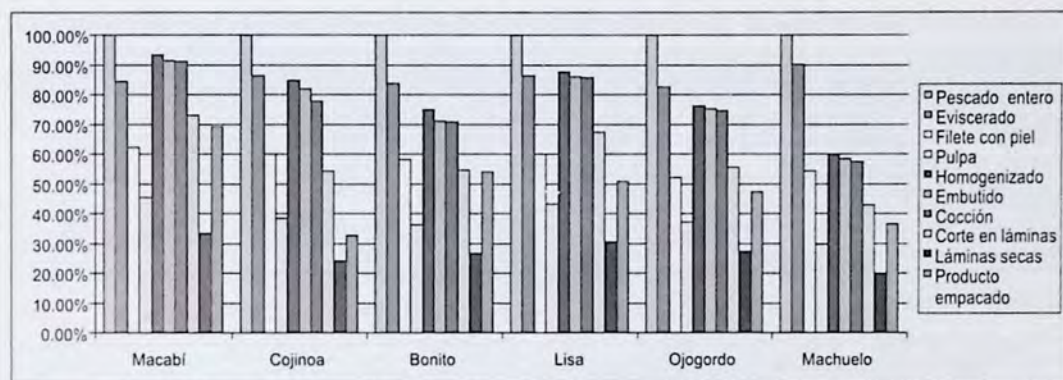


Figura 8. Rendimiento durante el proceso de elaboración de chicharrón a partir de pescado entero

Cuadro 6. Evaluación sensorial de los chicharrones de pescado presentados en láminas secas

Especie	Textura	Color	Olor	Total
Macabí <i>Elops saurus</i>	4.5	4.0	4.5	13.0
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	4.0	4.0	3.5	11.5
Bonito <i>Euthynnus alleteratus</i>	3.5	4.0	4.5	12.0
Lisa <i>Mugil incilis</i>	4.0	4.0	3.5	11.5
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	3.5	3.5	4.0	11.0
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	3.5	3.5	4.0	11.0

Fuente: Los autores.

Análisis Bromatológico. En el Cuadro 7 y la Figura 9 se presenta la composición química proximal de los diferentes tipos de chicharrón de pescado.

En general, los chicharrones de pescado constituyen alimentos con buen nivel de proteínas y bajo contenido de grasa, hecho que producirá beneficios dietéticos para sus potenciales consumidores.

Los chicharrones de pescado presentan niveles satisfactorios de humedad, entre 8.5 y 9.10 g/100g (que garantizan baja actividad de agua y, por ende, protección contra el crecimiento de microorganismos), ocurriendo textu-

ra quebradiza en los productos terminados en forma de láminas, de elevadas durabilidad y estabilidad en el almacenamiento.

Con relación a las cenizas, se observa que los valores obtenidos son relativamente altos (4.30 y 4.80 g/100 g), al compararlos con los de otros productos alimenticios: carne (3.60 g/100 g), leche (1.05 g/100 g), pan (3.0 g/100 g), lentejas (2.50 g/100 g), arveja (3.0 g/100 g), banano (3.5 g/100 g), papa (4.0 g/100 g), yuca (1.5 g/100 g); entre otros (Pomares, J: 1998).

El contenido de grasa de los chicharrones de pescado, varió entre 0.33 y

Cuadro 7. Composición química proximal de chicharrones de pescado (g/100g)

Especie	Humedad	Proteínas	Grasas	Cenizas	CHO'S (*)
Macabí <i>Elops saurus</i>	8.78	14.33	0.33	4.69	71.50
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	8.65	14.60	0.42	4.54	71.79
Bonito <i>Euthynnus alleteratus</i>	9.10	16.54	0.65	4.80	68.91
Lisa <i>Mugil incilis</i>	8.80	14.50	0.70	4.40	71.60
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	8.50	15.60	0.65	4.30	70.95
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	8.70	15.30	0.40	4.50	71.10

(*) Por diferencias.

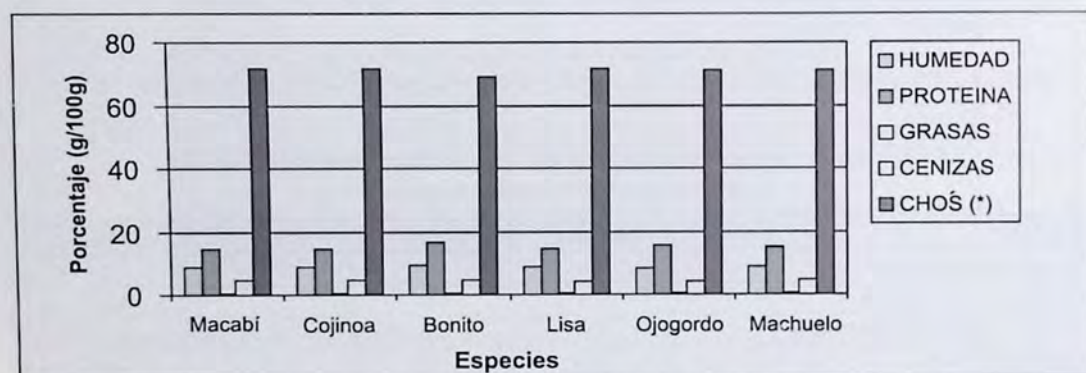


Figura 9. Variación de la composición proximal de los chicharrones de pescado.

0.70 g/100 g, valores bajos que le entregan al producto final condiciones de estabilidad frente a los procesos de oxidación hidrolítica y/o por lipooxidasa.

Aporte de calorías y porcentajes de macro nutrientes del chicharrón de pescado. En el Cuadro 8 se presenta los aportes calóricos por proteínas, grasas y carbohidratos en cada uno de los chicharrones de pescado. Los valores energéticos nutricionales variaron entre 347.65 y 350.70 Kcal/100 g pero la tendencia general es que sean iguales entre si los contenidos calóricos de los diversos chicharrones elaborados; lo que esta de acuerdo con que las materias primas pesqueras

mostraron uniformidad bromatológica y, además, se utilizó la misma cantidad y distribución de ingredientes en las seis formulaciones.

Análisis microbiológico

En el Cuadro 9 se presentan los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos realizados a los diferentes chicharrones de pescado.

Se constató las ausencias de *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, esporas Clostridium sulfito-reductora, Coliformes Totales y Coliformes Fecales; por lo que se puede deducir que desde el punto de vista microbiológico los productos analizados no muestran peligro alguno para los consumidores. De otra



Cuadro 8. Aportes de calorías de los alimentos presentes en los chicharrones de pescado

Especies	Proteínas			Grasa			Carbohidratos			Energía
	Cant. g/100g	Energía Kcal/100g	%	Cant. g/100g	Energía Kcal/100g	%	Cant. g/100g	Energía Kcal/100g	%	Total Kcal/100g
Macabí <i>Elops saurus</i>	14.33	57.32	16.48	0.33	2.97	0.85	71.50	287.48	82.66	347.77
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	14.60	58.40	16.72	0.42	3.78	1.08	71.79	287.16	82.20	349.34
Bonito <i>Euthynnus alleteratus</i>	16.54	66.16	19.03	0.65	5.85	1.68	68.91	275.64	79.28	347.65
Lisa <i>Mugil incilis</i>	15.30	61.20	17.53	0.40	3.60	1.03	71.10	284.40	81.44	349.20
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	15.60	62.40	17.72	0.65	5.85	1.66	70.95	283.80	80.61	352.05
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	14.50	58.00	16.54	0.70	6.30	1.80	71.60	286.40	81.66	350.7

Fuente: Los autores.

Cuadro 9. Resultados microbiológico en chicharrones de pescado

Análisis Chicharrones	Mesoaerobios (UFC/g)	Hongos y Levaduras (UFC/g)	Staphylococcus aureus (UFC/g)	Coliformes totales (NMP/g)	Coliformes fecales (NMP/g)	Esporas Clostridium sulfito reductoras (UFC/g)	Investigación Salmonella sp (presencia / 25g)
Macabí <i>Elops saurus</i>	11 x 10 ²	2,0 x 10 ²	0	0	0	0	Negativo
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	27 x 10 ²	20 x 10	0	< 30	0	0	Negativo
Bonito <i>Euthynnus alleteratus</i>	40 x 10 ²	39 x 10	0	0	0	0	Negativo
Lisa <i>Mugil incilis</i>	50 x 10 ²	1,5 x 10 ²	0	0	0	0	Negativo
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	15 x 10 ²	16 x 10	0	0	0	0	Negativo
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	12 x 10 ²	2 x 10 ²	0	0	0	0	Negativo

Fuente: Los autores.

parte, la no presencia de microorganismos como *Staphylococcus aureus* y *Salmonellas*, acompañados de bajos recuentos de Aerobios Mesófilos, son factores que indican buena manipulación de la materia prima antes y durante el proceso y un tratamiento térmico adecuado. Los recuentos de hongos y levaduras están por debajo de los límites permisibles (10³ UFC/g), no obs-

tante, los recuentos de mesófilos aerobios y de hongos y levaduras observados en los chicharrones de pescado son mayores a los encontrados por Pomares (1998), en galletas horneadas suplementadas con pulpa de pescado, la cual puede explicarse por el tipo de secado empleado: natural, en la elaboración de chicharrones y artificial (horno), en las galletas.



Pero los recuentos de hongos y levaduras de los chicharrones de pescado sí son inferiores a los reportados por Madero en 1997 (3×10^4 UFC/g), en muestras de camarón deshidratado tipo "snack".

Vida útil o prueba de anaquel. La pruebas de anaquel realizadas a los chicharrones de pescado empacados en bolsas de polietileno de alta densidad durante ocho semanas, permitió establecer los siguientes aspectos:

El chicharrón producido con pulpa de Bonito *Euthynnus alletteratus*, presentó un cambio significativo en su coloración después de doce (12) días, haciéndose más evidente con el paso del tiempo. Quizás esta variación de color sea resultante de la oxidación producida por las proteínas sarcoplasmáticas presentes en el músculo de esta especie. Sin embargo, hubo estabilidad microbiana.

En los chicharrones de Ojogordo *Selar crumenophthalmus* y Machuelo *Opisthonema oglinum*, se observó también cambio significativo en sus coloraciones, pero solo después de tres semanas. El contenido de proteínas sarcoplasmáticas (mioglobina, hemoglobina y citocromos), en el músculo ordinario de estas especies es más bajo que en el del Bonito *Euthynnus alletteratus*, quizás por eso el cambio de coloración fue más lento; no se notó deterioro microbiano alguno.

En el chicharrón de Cojinoá *Caranx crysos* sólo se notó un cambio de co-

loración después de las cuatro semanas, mientras que en los chicharrones de Lisa *Mugil incilis* y de Macabí *Elops saurus*, se observó estabilidad en la coloración durante ocho semanas.

Hasta las ocho semanas, todas las muestras de chicharrón de pescado presentaron condiciones de expansión y crocantez similares a las obtenidas con las hojuelas recién elaboradas.

La característica del color juega un papel importante en la presentación de los productos terminados; sin embargo, es posible disminuir sus efectos mediante la adición de colorantes y utilización de antioxidantes para contrarrestar o evitar el cambio de coloración causada por la oxidación de las grasas y proteínas sarcoplasmáticas.

Finalmente, las mejores condiciones de expansión, crocantez y sabor fueron establecidas en los chicharrones procesados a partir de pulpa de Macabí *Elops saurus* y Ojogordo *Selar crumenophthalmus*, condiciones que se mantuvieron estables por más de 16 semanas en anaquel.

Forma de presentación. La forma de presentación aplicada a los chicharrones de pescado fue la de láminas secas empacadas en bolsas de polietileno (PE) de alta densidad, para evitar la permeabilidad de oxígeno y humedad hacia el interior del empaque. El peso de cada presentación en unida-



des es de 100 gr. Para la fritura se recomienda someter a los chicharrones de pescado bajo la acción de un aceite vegetal con temperaturas entre 180 - 200 °C, durante 5 segundos.

Si se desea envasar este alimento después del proceso de fritura, es conveniente utilizar empaques multicapas y laminados como los que se usan para la presentación de productos tipo snack (Chito, Boliqueso, Gudíz, Papas Frías, etc.). En general, este tipo de empaque es más costoso que el mismo producto. Ensayos realizados en el Centro Planta Piloto Pesquero de Taganga de la Universidad del Magdalena, han determinado que el producto tipo chicharrón de pescado (específicamente el elaborado con pulpa

de Macabí *Elops saurus*), colocado después de la fritura en empaques multicapas muestra poca estabilidad en la crocantez.

Costos de producción. Los costos de producción para cada tipo de chicharrón se establecieron considerando los costos variables y los costos fijos causados durante todas las fases tecnológicas.

En el Cuadro 10 se presenta el estudio comparativo de los costos de producción y los precios de venta al público (PVP), entre los diferentes tipos de chicharrones de pescados (láminas secas) y de los precios de venta al público de éstos (hojuelas fritas), con chicharrones comerciales tipo snack.

Cuadro 10. Estudio comparativo de los costos de producción y PVP de diferentes chicharrones de pescado y comerciales tipo snack (\$/Kg)

Espece	Producto terminado (láminas secas)	Precio de venta FOB (25% de utilidades)	Precio estimado al público (láminas secas) (25% de utilidades)	Precio estimado al público (hojuelas fritas) (25% de utilidades)
Macabí <i>Elops saurus</i>	13.561.28	16.951.60	21.189.50	10.090.22
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	24.770.32	30.962.29	38.702.86	27.645.43
Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	19.971.18	24.963.97	31.204.96	14.860.20
Lisa <i>Mugil incilis</i>	14.782.49	18.478.11	23.097.63	13.586.83
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	20.827.18	26.033.97	32.542.41	18.081.15
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	15.067.10	18.833.87	23.542.33	12.392.00
Comercial 1 (Al Fresco)				55.000.00
Comercial 2 (Margarita)				37.000.00
Comercial 3 (Cronch)				24.560.00

Valor del dólar: \$2.600.00.

Fuente: Los autores.

Conclusiones

- Las pruebas preliminares permitieron establecer algunas consideraciones de trabajo que se tuvieron en cuenta para la realización de los estudios técnicos durante el proceso de elaboración de los diferentes tipos de chicharrón de pescado, las cuales se relacionan a continuación:
 - i. Formulación base para chicharrón de pescado:

Pulpa de pescado (g/100g):	100
Fécula de maíz (g/100g):	65
Polvo para hornear (g/100g):	4
Sal común (g/100g):	2
Hielo (g/100g):	65
 - ii. Temperatura de homogeneizado, entre 5 y 8°C.
 - iii. Temperatura de cocción, entre 75 y 85°C.
 - iv. Forma de moldeo: tubular en fundas de polietileno (PE) de 55 mm de diámetro y longitud de 30 cm.
 - v. Espesor de la lámina en crudo: entre 1 y 1.5 mm.
 - vi. Forma de secado: natural, hasta alcanzar textura quebradiza.
 - vii. Presentación final: láminas secas, empacadas en bolsas de PE de alta densidad.
- De las especies utilizadas para la elaboración del chicharrón de pescado, el Macabí *Elops saurus*, presentó el mejor rendimiento hasta láminas secas (35.35%).
- Los diferentes resultados de la evaluación microbiológica indican que los chicharrones de pescado son aptos para el consumo humano.
- Los niveles de proteínas en los chicharrones elaborados con las seis especies pesqueras variaron entre 14.33 y 16.54 g/100g, Macabí y Bonito respectivamente, que se consideran adecuados para alimentos de consumo humano.
- Los valores porcentuales del contenido lipídico obtenido en los chicharrones de pescado oscilaron entre 0.33 y 0.70 g/100g para Macabí y Lisa respectivamente, señalan a éstos como productos alimenticios de bajos niveles de grasa.
- Entre los alimentos presentes en los chicharrones de pescado, son los carbohidratos los mayores aportantes de energías (275.64 y 287.48 Kcal/100g para el Bonito y Macabí, respectivamente).



- De acuerdo a la evaluación sensorial realizada a las láminas secas, se estableció que el chicharrón procesado a partir de pulpa de Macabí *Elops saurus*, ofrece las mejores condiciones de olor, color y textura. Sin embargo, se obtienen también chicharrones de características aceptables con las otras especies pesqueras.

Los resultados obtenidos en las pruebas de degustación de los chi-

charrones de pescado, mostraron hipótesis positivas al evaluar la crocantez, color, sabor y olor de cada producto terminado después de fritura. Este hecho demuestra que existen diferencias significativas entre los parámetros mencionados, los cuales influyeron notablemente en la aceptación de los diferentes chicharrones de pescado.

Bibliografía

- ACEVEDO, B. Fundamentos básicos de la conservación de los alimentos. Universidad Tecnológica del Magdalena. 1982.
- ALEGRE, Carlos. Aseguramiento de calidad y HACCP En: XIV Curso Internacional de Procesamiento de Productos Pesqueros ITP-JICA. Callao, Perú. 1998.
- ALFARO, V; GHERSI, R. Estudio experimental sobre elaboración de semiconservas de Merluza. Ministerio de Pesquería. Lima, Perú. 1976. p.67.
- AMANO, K. Fish sausage Processing in Japan. Fishing News International. 1962.
- BAKER. R.C. et al. Creamy fish bites. Development of products from minced fish. Booklet. 4, New York, Sea Grant Institute. State University of New York. 1971.
- BASAURE, L y CABELLO, R. Elaboración de embutidos a base de pulpa de pescado. Santiago de Chile. Instituto de Fomento Pesquero, Circular No.84. 1977.
- BERTULLO, Víctor. Tecnología de los productos y subproductos de pescado, moluscos y crustáceos. Buenos Aires: Hemisferio Sur. 1975. p.538.
- CADENA, N; ESPELETA, A y FERNÁNDEZ, A. Elaboración de pasta base de pescado a partir de Macabí *Elops saurus*. Proyecto integral de investigaciones y desarrollo de la pesca artesanal marítima en el área de Santa Marta. INPA - CIID - Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia. 1993. p. 211-217.
- CHIMPEN, Luis. Procesamiento de productos curados: Aspectos generales sobre el secado de los alimentos. En: XIV Curso Internacional de Procesamiento de Productos Pesqueros ITP-JICA. Callao, Perú. 1998.
- CORES, A., LÓPEZ, B., PASTORIZA, L y Fabricación de productos comerciales a partir de pescado de bajo precio. Madrid (España): Imp. Juvenil. 1972.
- CRAWFORD, D.L. et al. Yield and acceptability of machine separated minced flesh from some marine food fish. Journal of Food Science. 1972. p. 551-553.
- CUADRADO, B. y VÉLEZ, María. Microbiología industrial de alimentos: Guía de prácticas de laboratorio. Departamento de Bromatología y Nutrición. Universidad de Cartagena. Cartagena, (Colombia). 1996.
- DAWSON y MORRIS, D. M. Storage stability of mechanically deboned suckher (Catostomidae) fles. Journal of Food Science 1979. p. 1093-1096.
- ESPELETA, A. y PAREJO, I. et al. Obtención y estabilización de pasta-base para



- semiconservas de pescado. 1997. p. 39-87. Tesis (Ingeniero pesquero). Universidad Tecnológica del Magdalena. Facultad de Ingeniería.
- FELLOW, P Food Procesing Technology. Principles and Practice. Zaragoza, (España): Acribia. 1994. p. 343-345.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Bacteriological Analytical Manual. 7th Edition. Arlington: AOAC International. 1992.
- GARTZ, Richard M. Las carnes y su procesamiento. En: CONFERENCIA POSTGRADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE ALIMENTO. Universidad del Magdalena. Santa Marta (Colombia). 1998.
- GERHARDT, V. Especies y condimentos. Zaragoza (España): Acribia. 1975. p. 158.
- GHOSH, S. K. et al. Effect of method of deboning on the emulsifying capacity trash fish muscle. Fleischwirtschaft. 1977. p.2157-2158.
- INPA. CIID_ UNIMAGDALENA. Proyecto integral de investigaciones y desarrollo de la pesca artesanal y marítima en el área de Santa Marta (Magdalena). 1993.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO PESQUERO DEL PERU. Estrategias tecnológicas para las pesquerías de los países en desarrollo. Dirección y transferencia tecnológica y capacitación. D.T.C.C. - ITP Callao, Perú. 1996.
- INTERNATIONAL COMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOOD (ICMSF), AND THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MICROBIOLOGICAL SOCIETIES. Microorganismos de los alimentos. "Técnicas de Análisis Microbiológicos". Segunda edición. Vol.1. Zaragoza (España): Acribia. 1988.
- KAGHAN W. S. Utility of polymer coated glassines. Modern Packaging. 1969. p. 103 - 105.
- KATZ, E.E. and LABUZA T.P. Effects of water activity on the sensory crispness and mechanical deformation of snack food products. J. Food Sci. 1981. p. 403-406.
- LEYTON G, Marcelina. Proyecto de implementación del sistema HACCP para los productos de la pesca. En: XIV Curso Internacional de Procesamiento de Productos Pesqueros ITP-JICA. Callao, Perú. 1998.
- MADERO, W. Deshidratación de camarón de cultivo (Penaeus sp) tipo snack para consumo directo. Universidad del Magdalena, Tesis (Ingeniero pesquero). Santa Marta. 1997.
- MAZA, S y VICETTI, R. Gelificación de la carne molida de sardina Sardinops sagax. En: Boletín Investigativo del Instituto Tecnológico Pesquero. Vol. 3 No. 1 - Lima, Perú - 1990. p. 117.
- MINISTERIO DE SALUD DE COLOMBIA, INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Análisis microbiológico de alimentos. Segunda edición. Santa Fé de Bogotá: INAS. 1990.
- MOLEDINA, K. H. et al. Effects of antioxidants and chelators on the stability of frozen stored mechanically deboned flounder meat from racks after filleting. Journal of Food Science. 1977. p. 759-764.



- OLIVARES, Waldo. Teoría de procesamiento de pasta de pescado. En: XIV Curso internacional de procesamiento de productos pesqueros. Callao, Perú. 1998.
- POMARES, J. Elaboración de galletas horneadas fortificadas con músculo de pescado marginal, *Macabí Elops saurus* para consumo humano. Universidad del Magdalena, Tesis (Ingeniero pesquero). Santa Marta (Colombia). 1998.
- QUIMPER, R.J. Una nueva forma de utilización de la Merluza *Merluccius gayi peruanus* para consumo humano directo "Hojuelas de pescado". Tesis (Ingeniero Pesquero). Universidad Nacional Agraria. Lima (Perú). 1974.
- RADO E. et al. Influencia de la cantidad de agua en la textura crocante de la hojuela de pescado. En: Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero. Vol 3 No. 1 - Callao, Perú. 1990; p. 107- 112.
- REYES C, Pedro. Bioestadística aplicada. Agronomía - Biología - Química. México: Trillas. 1980. p. 214.
- RODGER, G. et al. Effect of time, temperature, raw material type, processing and use of cryoprotective agents on minced quality. In: Advances in Fish Science and Technology. Farnham, Surrey, Fishing News Books, 1980.
- ROMERO, Jairo. Puntos críticos sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control. Santa Fé de Bogotá: Corporación Colombiana Internacional. 1996. p. 99.
- SILVA G, Roy. Control de calidad de productos pesqueros. Sistema de evaluación sensorial de pescado y productos pesqueros. En: XIV Curso Internacional de Procesamiento de Productos Pesqueros ITP-JICA. Callao, Perú. 1998.p.7-15.
- STANSBY, M.E. Tecnología de la industria pesquera. Zaragoza, (España): Acribia. 1978.
- SUZUKI, Taneko. Tecnología de las proteínas de pescado y krill. Edit. Zaragoza (España) Acribia, 1987. p.84.
- SZVZESSNIAK A. and Klein D. Consumer awareness of texture and alterfood attributes. Food Tech. 1963; p. 74 - 76.
- TANIKAWA, Eiichi. Marine Products In Japan. Tokio - Japón: Koseisha Meiseikan. 1971; p. 507.
- TORRES L, Cesar. Elementos de marketing internacional. En: Monografía 001. Universidad Sergio Arboleda. Santa Fé de Bogotá. 1999.
- VECEP - INPA. Calendario. Santa Fé de Bogotá (Colombia). 1999.
- VILLADA, M. Control de calidad microbiológico de los productos pesqueros procesados en el Centro Planta Piloto Pesquero de Taganga. Universidad del Magdalena, Tesis de Postgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos. Santa Marta (Colombia). 1998.
- WARUNEE, Varanyanond. Quality preservation of foods by plastic packaging. United Nations University Fellowship Report. 1986. p. 5-29.