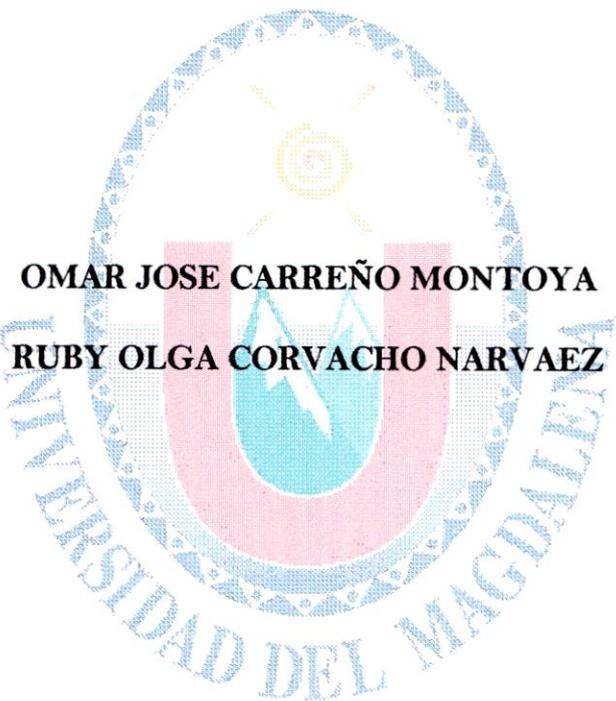




**FORMULACION Y ELABORACION DE CHICHARRONES A PARTIR
DE SEIS ESPECIES PESQUERAS**



**OMAR JOSE CARREÑO MONTOYA
RUBY OLGA CORVACHO NARVAEZ**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
INSTITUTO DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE ALIMENTOS
SANTA MARTA, D.T.C.H**

2000

1124102

**FORMULACION Y ELABORACION DE CHICHARRONES A PARTIR
DE SEIS ESPECIES PESQUERAS**

OMAR JOSE CARREÑO MONTOYA

RUBY OLGA CORVACHO NARVAEZ

Trabajo de Memoria de Grado presentado para optar al título de Especialista en
Ciencias y Tecnologías de Alimentos.

Director

ALVARO E. ESPELETA MAYA.

Ingeniero Pesquero

Especialista en Ciencias y Tecnologías de Alimentos

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
INSTITUTO DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE ALIMENTOS
SANTA MARTA, D.T.C.H**

2000

PTA
00014
EJ4

Nota de aceptación

Director de tesis

M.Sc ARMADO LACERA RÚA

Coordinador de la especialización.

P.H.D VÍCTOR MÁRQUEZ ZALDÚA

Jurado

Santa Marta, Julio del 2000

DEDICATORIAS

Gracias a Dios por la oportunidad y la fortaleza para llevar todo a feliz término.

DEDICO A:

*Mi esposo Luis Argote,
Mi hija Olga Lucía,
Mis padres Julio y Hortensia;
y mi suegra Bertilda.*

Ruby

DEDICO A:

*Mis hijos, Omar de Jesús, Angelica
Patricia, Omar José, y Omar
Felipe*

Omar

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

La Universidad del Magdalena, por ofrecernos la oportunidad de enriquecer nuestros conocimientos.

Todos los docentes de la Especialización en Ciencias y Tecnologías de Alimentos.

Alvaro Espeleta Maya, Ingeniero Pesquero, Especialista en Ciencias y Tecnologías de Alimentos por su tiempo, apoyo y aporte en conocimientos para llevar a feliz término el presente estudio.

Armando Lacera Rúa M.Sc, por su gran ayuda profesional y su valiosa amistad.

Al Ph.D Víctor Márquez Zaldúa, por su aporte invaluable a este estudio.

Al Ingeniero Luis Nieto, por su valiosa ayuda en la realización del trabajo.

La Especialista Martha Villada, por su colaboración en la ejecución de este estudio.

Nuestros compañeros: Mirtha , Bernarda, Liliana, Luty, Olga, Mariana, Jaime, Gustavo, Francisco, Gabriel y Yesid.

Al Especialista Andrés Fernández Quintero por su apoyo y colaboración en la realización de este trabajo.

Al Ingeniero Carlos Guerrero, Director del Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga y a los trabajadores del mismo.

Todas aquellas personas que nos brindaron su apoyo desinteresado para el desarrollo y culminación del presente estudio.



CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	28
1.1 DESCRIPCIÓN	28
1.2 FORMULACIÓN	29
2. JUSTIFICACIÓN	30
3. OBJETIVOS	33
3.1 OBJETIVO GENERAL	33
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
4. MARCO DE REFERENCIA	35
4.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	35
4.2 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	43
4.2.1 Caracterización de la materia prima	43
4.2.1.1 Ubicación taxonómica y características biológicas del Macabí <i>Elops saurus</i> (LINNAEUS)	43
4.2.1.2 Ubicación taxonómica y características biológicas de la Lisa	

	<i>Mugil incilis</i> (HANOCOCK)	46
4.2.1.3	Ubicación taxonómica y características biológicas del Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i> (LE SUEUR, 1818)	49
4.2.1.4	Ubicación taxonómica y características biológicas del Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i> (BLOCH, 1797).	52
4.2.1.5	Ubicación taxonómica y características biológicas de la Cojinoa <i>Caranx crysos</i> (MITCHIL, 1815).	54
4.2.1.6	Ubicación taxonómica y características biológicas del Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i> .	57
4.2.2	Fundamentos teórico-prácticos en la elaboración de la pasta de pescado.	60
4.2.3	Chicharrón de pescado.	69
4.2.4	Ingredientes y aditivos.	70
4.2.5	Aspectos generales sobre el secado de los alimentos.	72
4.2.6	Teoría de la fritura.	75
4.2.7	Programa de aseguramiento de calidad HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points).	78
5.	METODOLOGIA.	83
5.1	FORMULACION DE HIPÓTESIS	83
5.1.1	Hipótesis nula (Ho).	83
5.1.2	Hipótesis alterna (Ha).	83

5.2	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	84
5.3	TIPO DE ESTUDIO.	85
5.4	DETERMINACIÓN DEL ÁREA GEOGRÁFICA Y DURACIÓN DEL ESTUDIO.	85
5.4.1	Localización del área de estudio.	85
5.4.2	Duración estimada	86
5.4.3	Recolección de la información.	86
5.5.	PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL ESTUDIO	86
5.5.1	Ensayos preliminares.	88
5.5.2	Recepción de materia prima para los ensayos preliminares, <i>Macabí Elops saurus</i> .	89
5.5.3	Ensayos de formulaciones.	95
5.5.4	Productos terminados de los ensayos preliminares (láminas secas)	96
5.5.5	Evaluación sensorial.	96
5.5.6	Selección de formulación.	96
5.5.7	Ajustes.	97
5.5.8	Recepción de las materias primas pesqueras para el estudio técnico.	98
5.5.9	Análisis organoléptico.	98
5.5.10	Análisis bromatológico.	99

5.5.11	Análisis microbiológicos.	99
5.5.11.1	Recuento total de microorganismos aerobios mesófilos en músculo de pescado.	100
5.5.11.2	Determinación de bacterias Coliformes totales y fecales en músculo de pescado.	100
5.5.11.3	Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positiva en músculo de pescado.	100
5.5.11.4	Recuento de esporas <i>Clostridium</i> sulfito reductor en músculo de pescado.	101
5.5.11.5	Identificación de <i>Salmonella spp</i> en músculo de pescado.	101
5.5.12	Estudios técnicos.	102
5.5.13	Productos terminados	102
5.5.14	Análisis organoléptico de los productos terminados.	102
5.5.15	Análisis bromatológico de los productos terminados.	103
5.5.16	Análisis microbiológicos de los productos terminados.	103
5.5.16.1	Recuento de hongos y levaduras.	104
5.5.17	Vida útil o prueba de anaquel.	104
5.6	PROCEDIMIENTO EN LAS ETAPAS DE PRODUCCIÓN DEL CHICHARRÓN DE PESCADO DURANTE EL ESTUDIO TÉCNICO.	104
5.6.1	Adquisición y recepción.	106

5.6.2	Pesajes.	106
5.6.3	Control de calidad en la materia prima.	106
5.6.4	Limpieza.	107
5.6.5	Picado de la pulpa.	107
5.6.6	Dosificación.	107
5.6.7	Homogeneizado.	108
5.6.8	Moldeado.	108
5.6.9	Cocción.	110
5.6.10	Enfriamiento.	110
5.6.11	Corte.	110
5.6.12	Secado.	111
5.6.13	Control de calidad para el producto terminado.	112
5.6.14	Empaque.	112
5.6.15	Fritura.	113
5.7	ESTUDIOS PRELIMINARES DE COSTOS DE PRODUCCIÓN.	113
5.8	APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS GENERALES DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD HACCP.	114
6.	RESULTADOS Y DISCUSION.	115
6.1.	ENSAYOS PRELIMINARES.	115
6.1.1	Recepción de la pulpa de Macabí <i>Elops saurus</i> y control de	

calidad.	115
6.1.2 Formulación seleccionada para estudio técnico.	116
6.2 AJUSTES.	117
6.3 ESTUDIOS TÉCNICOS	119
6.3.1 Control de calidad de las materias primas.	119
6.3.1.1 Análisis organoléptico.	119
6.3.1.2 Análisis del contenido bromatológico.	122
6.3.1.3 Análisis microbiológicos.	125
6.3.2 Rendimientos.	130
6.3.2.1 Desde pescado entero hasta pulpa.	130
6.3.2.2 En el proceso de elaboración del chicharrón de pescado.	132
6.3.3 Control de calidad de productos terminados.	135
6.3.3.1 Evaluación sensorial	135
6.3.3.2 Resultados bromatológicos.	135
6.3.3.3 Aporte de calorías y porcentaje de macro-nutrientes del chicharrón de pescado.	138
6.3.3.4 Análisis microbiológicos.	138
6.3.3.5 Vida útil o prueba de anaquel	142
6.3.3.6 Forma de presentación	143
6.3.4 Aceptabilidad de chicharrones de pescado.	144
6.3.5 Costos de producción.	159

6.3.5.1	Costos variables.	159
6.3.5.2	Costos fijos.	162
6.3.6	Operacionalización de variables.	175
6.3.7	Aplicación del sistema de aseguramiento de la calidad HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) al proceso de elaboración de chicharrón de pescado.	181
6.3.7.1	Puntos Críticos de Control (PCC)	195
7.	CONCLUSIONES	200
8.	RECOMENDACIONES.	205
	BIBLIOGRAFÍA	208
	ANEXOS	216

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Definición operacional de la variable independiente.	84
Cuadro 2. Sistema de evaluación sensorial para pescado fresco	91
Cuadro 3. Sistema de clasificación y puntuación para la evaluación de calidad de pescado fresco	94
Cuadro 4. Escala para determinación de categorías de calidad para pescado fresco	95
Cuadro 5. Formulación para chicharrón de pescado	116
Cuadro 6. Calificación organoléptica para las seis especies ícticas empleadas en la elaboración del "chicharrón de pescado"	120
Cuadro 7. Algunos factores que afectan el tiempo de rigor mortis en el pescado	122
Cuadro 8. Composición bromatológica de las especies pesqueras utilizadas en la elaboración del "chicharrón de pescado"	123
Cuadro 9. Clasificación del pescado según su contenido de grasas y proteínas	124
Cuadro 10. Recuento microbiológico en pulpa de "Macabí"	126

Cuadro 11. Análisis microbiológicos en la pulpa obtenida de las especies utilizadas para la elaboración del chicharrón de pescado	129
Cuadro 12. Rendimiento porcentual para la obtención de pulpa de algunas especies pesqueras.	131
Cuadro 13. Rendimientos de las especies utilizadas durante el proceso de elaboración del chicharrón de pescado (g/100g)	133
Cuadro 14. Evaluación sensorial de los chicharrones de pescado presentados en láminas secas	135
Cuadro 15. Composición química proximal de chicharrones de pescado (g/100g)	136
Cuadro 16. Aportes de calorías de los alimentos presentes en los chicharrones de pescado.	139
Cuadro 17. Resultados microbiológico en chicharrones de pescado	140
Cuadro 18. Resultados de la prueba de aceptabilidad de los chicharrones de pescado.	146
Cuadro 19. Número de observaciones por nivel hedónico para la crocantez de los chicharrones de pescado.	147
Cuadro 20. Relación entre el valor esperado en cada nivel hedónico y el número de observaciones por muestras y nivel hedónico (crocantez)	148
Cuadro 21. Número de observaciones por nivel hedónico para el color de los chicharrones de pescado.	150

Cuadro 22. Relación entre el valor esperado en cada nivel hedónico y el número de observaciones por muestras y nivel hedónico (color).	151
Cuadro 23. Número de observaciones por nivel hedónico para el sabor de los chicharrones de pescado.	153
Cuadro 24. Relación entre el valor esperado en cada nivel hedónico y el número de observaciones por muestras y nivel hedónico (sabor).	154
Cuadro 25. Número de observaciones por nivel hedónico para evaluar el olor de los chicharrones de pescado.	156
Cuadro 26. Relación entre el valor esperado en cada nivel hedónico y el número de observaciones por muestras y nivel hedónico (olor).	157
Cuadro 27. Estimación de los costos de elaboración de pulpa a partir de seis especies pesqueras.	160
Cuadro 28. Costos de mano de obra necesaria para elaborar chicharrón de pescado.	161
Cuadro 29. Costo de empaques (bolsas de polietileno) para chicharrón de Pescado	162
Cuadro 30. Costos por concepto de depreciación de equipos	163
Cuadro 31. Costos de producción durante la elaboración del chicharrón de <i>Macabí Elops Saurus</i>	164
Cuadro 32. Costos de producción durante la elaboración del chicharrón de <i>Cojinoa Caranx crysos</i> .	165

Cuadro 33. Costos de producción durante la elaboración del chicharrón de Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	166
Cuadro 34. Costos de producción durante la elaboración del chicharrón de Lisa <i>Mugil incilis</i>	167
Cuadro 35. Costos de producción durante la elaboración del chicharrón de Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	168
Cuadro 36. Costos de producción durante la elaboración del chicharrón de Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	169
Cuadro 37. Estudio comparativo de los costos de producción y PVP de diferentes chicharrones de pescado y comerciales tipo snack	170
Cuadro 38. Relación entre costo de pulpa y costo de producción de los diferentes chicharrones de pescado	173
Cuadro 39. Estimación de los costos de producción para chicharrón de pescado	174
Cuadro 40. Variable: características de las materias primas	175
Cuadro 41. Variable: características de los productos terminados	177
Cuadro 42. Variable: calificación organoléptica del producto frito	179
Cuadro 43. Variable: rendimiento del producto frito	180
Cuadro 44. Variable: costos de producción en la elaboración de chicharrón de pescado	180
Cuadro 45. Resultados totales de la operacionalización de variables	181

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Macabí <i>Elops saurus</i> entero y en pulpa.	45
Figura 2.	Lisa <i>Mugil incilis</i> entero, en posta y filete.	48
Figura 3.	Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i> entero en posta y filete	51
Figura 4.	Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i> entero	53
Figura 5.	Cojinoa <i>Caranx crysos</i> entero, filete y pulpa.	56
Figura 6.	Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i> entero, en posta y filete.	59
Figura 7.	Curva característica de secado	73
Figura 8.	Diagrama de flujo general para la formulación y elaboración del chicharrón de pescado.	87
Figura 9 .	Comportamiento estacional del Macabí <i>Elops saurus</i>	89
Figura 10.	Diagrama de proceso para la elaboración del chicharrón de pescado.	105
Figura 11.	Homogeneizado	108
Figura 12.	Moldeado (a)	109
Figura 13.	Moldeado (b)	109
Figura 14.	Corte en láminas	111

Figura 15. Secado natural	112
Figura 16. Producto empacado	113
Figura 17. Rendimientos de las especies utilizadas durante el proceso de elaboración del chicharrón de pescado	134
Figura 18. Variación de la composición proximal de los chicharrones de pescado	137
Figura 19. Precios de venta al público de chicharrones de pescados y comerciales tipo snack (\$/Kg ,25% de rentabilidad bruta).	171
Figura 20. Organigrama del Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga (UNIMAG)	184
Figura 21. Diagrama de flujo HACCP para la elaboración del chicharrón de pescado	198

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A. Formato para prueba de aceptación de los chicharrones de
pescado según el test hedónico. 216
- Anexo B. Tabla de valores para X^2 (Chi Cuadrado) 217

RESUMEN

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga de la Universidad del Magdalena, ubicado en el corregimiento de Taganga, comunidad indígena 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 C.P.P.P.T. Los análisis microbiológicos de la materia prima y los productos terminados se efectuaron en el laboratorio del CPPPT; y los bromatológicos en el Laboratorio de Química de la Universidad del Magdalena.

En una primera etapa técnica se llevaron a cabo los ensayos preliminares y sus resultados permitieron la selección de la formulación base para la elaboración de los chicharrones a partir de pulpa de seis especies pesqueras. Además, sirvieron para realizar ajustes en algunos parámetros de calidad (temperatura de mezcla y cocción, forma de moldeo, espesor en el corte de la lamina para secado, entre otros) durante el proceso de cada chicharrón.

Se establecieron 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 la mayor porcentualidad 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 brotomatológicos 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 de los productos finales, arrojaron como resultado que el chicharrón procesado 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 (estimado de acuerdo a costo de producción + 25% del costo de producción + 25% de utilidades: FOB) 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.

Finalmente, durante el procesamiento de elaboración del chicharrón de pescado se tuvo en cuenta la aplicación de los principios del sistema de aseguramiento de la calidad HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points).

INTRODUCCIÓN

Está bien establecido que los productos pesqueros son fuentes de proteínas de primera clase o completas, de alto valor biológico y gran valor nutricional y que no muestran las restricciones dietéticas presentadas por las carnes rojas asociadas a ciertas enfermedades causadas por la acumulación de ácido úrico y otras de tipo coronario (artritis gotosa). Sin embargo, no existe en Colombia una oferta variada de productos formulados y procesados a partir de pulpa de pescado que permita masificar el consumo de este alimento y sus derivados, para disminuir la ingesta de carnes rojas y grasas de origen animal.

Para satisfacer la necesidad planteada, la Universidad del Magdalena, a través de su Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga (C.P.P.P.T.) y su grupo de profesionales ha venido investigando el desarrollo y adaptación de tecnologías conocidas en el procesamiento de alimentos en general, para la elaboración de nuevos productos pesqueros a partir de pulpa de pescado.

Se pretende mediante la presente investigación estandarizar y entregar una tecnología adaptada en el procesamiento de chicharrón a partir de pulpa de seis especies de pescado.

El estudio en la elaboración de nuevos productos, tales como el chicharrón de pescado, ofrece a la industria pesquera la posibilidad de diversificar y aumentar la oferta de este tipo de alimentos en el país.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA *

1.1 DESCRIPCIÓN

Colombia posee un alto potencial de recursos hídricos, al cual es necesario darle un aprovechamiento integral, especialmente a aquellas especies subvaloradas comercialmente, tales como el Machuelo *Opisthonema oglinum*, el Macabí *Elops saurus*, entre otros. Sin embargo, existe ausencia de formulaciones para la elaboración de alimentos pesqueros que impide una oferta variada de este tipo de productos en las diferentes empresas pesqueras del país.

De otra parte, el cambio de la cultura alimenticia que a nivel mundial se presenta, en el sentido de aumentar el consumo de pescado y sus derivados, disminuir la ingesta de carnes rojas y grasas, sugiere la necesidad de que cada país trabaje por desarrollar, según sus posibilidades, la investigación tecnológica en el procesamiento de productos pesqueros y en el aumento de la oferta de los mismos. Colombia no escapa a esta realidad mundial; sin embargo, desde años atrás, en el país el consumo de pescado ha sido bajo, debido principalmente a que

la tradición alimenticia de su población es agrícola y ganadera; unido esto a los precios altos en la comercialización del pescado; además, de la falta de una política que permita desarrollar las técnicas de pesca, los métodos de conservación y el tratamiento y preparación del pescado. El colombiano se ha acostumbrado a las presentaciones habituales de este alimento en estado fresco (fritura, asado, guisado, sudado, sopa, etc.), situación que ha impedido que el pescado llegue a formar parte importante, en la dieta de los hogares colombianos.

1.2 FORMULACIÓN

Es factible por lo tanto, plantear el siguiente interrogante:

¿Es posible formular y elaborar el producto pesquero tipo chicharrón a partir de pulpa de diferentes especies ícticas?

2. JUSTIFICACIÓN

Uno de los grandes problemas de la humanidad es la desnutrición calórica proteica, la cual se presenta debido a que no hay posibilidad del acceso físico al alimento o por malos hábitos alimenticios. Esta situación obliga a que cada país trabaje, según sus condiciones, en la investigación y desarrollo de nuevos productos, con alto valor nutricional, bajo costo y buena aceptabilidad.

De otra parte, a nivel mundial, el consumo de alimentos procesados a partir de carnes rojas y grasas de origen animal ha disminuido aumentando considerablemente la ingesta de pescado y sus derivados. Esta tendencia al cambio de la cultura alimenticia se presenta por las restricciones que desde el punto de vista de salud tienen los primeros, al relacionarlos con enfermedades cardíacas, con la acumulación de ácido úrico, etc.

Por otro lado no existe en Colombia una oferta variada de productos elaborados a partir de pulpa pescado. Por lo expresado anteriormente, se hace necesario



aplicar tecnologías conocidas para la producción de alimentos nuevos, obtenidos a partir de pulpa de pescado, como se plantea en el presente estudio.

También, la necesidad de dar un aprovechamiento racional a los recursos hídricos continentales y marinos existentes en el país se reflejará en el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad pesquera. De igual forma, se brindará la oportunidad de obtener proteínas y otros ingredientes de buena calidad a partir de especies que en estado fresco poseen bajo valor comercial; además, mediante la aplicación de procesos tecnológicos sencillos y adaptables a sus condiciones de trabajo, se entregará un valor agregado a esas especies.

La investigación y divulgación del procesamiento de nuevos productos pesqueros, tales como el chicharrón, ofrece a la industria pesquera la posibilidad de diversificar y aumentar la oferta de este tipo de alimentos en el país.

Recientes estudios de mercado de algunos productos pesqueros (hamburguesas, jamón y kamaboko) procesados en el Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga y la asistencia a eventos gastronómicos, han demostrado la gran acogida de estos alimentos.

Los criterios esbozados anteriormente, justifican investigar sobre la fabricación de nuevos productos pesqueros; su caracterización, presentación y calidad nutricional y microbiológica.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Formular y elaborar un producto pesquero comestible tipo chicharrón, procesado a partir de diferentes especies ícticas y caracterizar las materias primas y los productos terminados, desde el punto de vista microbiológico, organoléptico y físico-químico, así como también establecer los costos preliminares de la producción.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Formular y elaborar un producto pesquero tipo chicharrón a partir de pulpa de Macabí *Elops saurus*, Cojinoa *Caranx crysos*, Bonito *Euthynnus alletteratus* Lisa, *Mugil incilis*, Ojogordo *Selar crumenophthalmus* y Machuelo *Opisthonema oglinum*.

- Determinar los rendimientos de las materias primas a través de todo el proceso de producción de cada chicharrón de pescado.
- Caracterizar desde el punto de vista organoléptico, bromatológico y microbiológico cada una de las materias primas utilizadas y sus correspondientes productos formulados.
- Evaluar estadísticamente a través del Test Hedónico el grado de aceptabilidad del producto pesquero tipo chicharrón.
- Establecer los costos preliminares de producción a cada producto obtenido.
- Determinar las condiciones de empaque y almacenamiento del producto final.
- Identificar los riesgos y peligros que se pueden presentar en el proceso de elaboración del chicharrón de pescado.
- Establecer los Puntos Críticos de Control y sus Límites Críticos existentes en la línea de proceso del producto pesquero tipo chicharrón.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El uso del pescado como sustituto parcial o total de la carne de res y cerdo en la elaboración de productos no es muy antigua, tiene sus orígenes en Japón y otros países del Lejano Oriente, tecnología que se puede aprovechar.

En las costas colombianas, existen diversas especies ícticas que en estado fresco no son apetecidas por razones socio-culturales o son rechazadas por aspectos de orden anatómicos cómo su alto contenido de espinas y apariencia, entre otros. De acuerdo a lo expresado, estas especies son subvaloradas comercialmente; sin embargo, mediante la aplicación de procesos tecnológicos para la elaboración de productos pesqueros se puede entregar un valor agregado y dar utilización racional a capturas de especies como el Macabí *Elops saurus*, Lisa *Mugil incilis*, Machuelo *Opisthonema oglinum*, etc.

El Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (ITP), a través de su publicación

“Estrategias tecnológicas para las pesquerías de los países en desarrollo” comentan que las especies de bajo valor comercial son susceptibles de ser aprovechadas totalmente, mediante la aplicación de técnicas sencillas y novedosas para las zonas pesqueras, que permitan la diversificación industrial y ampliación del mercado de alimentos pesqueros. El procesamiento de la pulpa de pescado es una técnica que permite obtener el máximo rendimiento en porción comestible de pescado, ya que por recuperación mecánica de la carne se obtiene la mayor cantidad de pulpa exenta de piel, escamas, espinas y huesos (ITP,1996).

La pulpa de pescado obtenida a partir de especies subutilizadas o de bajo valor comercial puede ser acondicionada y tratada adecuadamente con el fin de servir para el procesamiento de alimentos de alto contenido proteico, lo que permitiría la introducción del pescado en la dieta diaria a través de productos derivados como hamburguesas, salchichas y otros (ITP, 1996).

Basaure y Cabello (1977) han empleado los métodos de Okada y Shimida, con algunas modificaciones, para la obtención de pasta base a partir de especies de pescado, tales como Merluza de cola *Macruronus maquellanicus* y Anchoveta *Engraulis ringens* para la elaboración de embutidos. Además, obtuvieron productos de buena calidad físico-organoléptica y nutritiva, en comparación con algunos tradicionales.

Maza y Vicetti (1990) afirman que el desarrollo de productos elaborados con base en la carne molida de pescado tiene gran potencial debido a su alto rendimiento, excelente valor nutritivo y bajo costo, cuando se obtienen de especies pelágicas abundantes como la Sardina *Sardinops sagax sagax*.

La tecnología del proceso del surimi (pescado picado) fue comercializada por primera vez en 1960. Los esfuerzos efectuados para mejorar la calidad tuvieron éxito y la producción se incrementó en 1963. En 1965 se fabricó surimi de Abadejo de Alaska *Thelagra chalcogramma*, con resultados interesantes, ya que esta especie se consideraba de baja calidad, y su captura obedecía al interés de extraer sus huevas; actualmente, se pesca como materia prima para la fabricación de surimi (Suzuki, 1987,103).

Ghosh (1977) observó que las diferencias en la capacidad de emulsificación de las proteínas miofibrilares del músculo de pescado son dependientes de las especies.

Rodger (1980) midió el efecto de varios factores (tiempo, temperatura, especie, procesamiento y aditivos) sobre las propiedades funcionales (elasticidad, cohesividad y extractibilidad) del surimi.

El conocimiento exacto de la anatomía y fisiología de cada una de las especies de pescado utilizados para producir pasta base a partir de la pulpa, según Bertullo

(1975) tendrá influencia preponderante en el tratamiento tecnológico necesario para su elaboración. Influyen también el hábitat, el régimen alimenticio y la abundancia estacional. Además, los métodos y procesos de capturas, la manipulación y su conservación se reflejan en la calidad del producto final.

Se sabe que en el Bacalao de Terranova capturado en verano, la proteína tiende a desnaturalizarse más rápidamente que en el capturado en primavera. La calidad del Abadejo de Alaska *Thelagra chalcogramma* también varía según la estación de pesca. Factores biológicos tal como la freza, influyen en la calidad del surimi por lo que hay que tenerlos en cuenta cuando se selecciona el pescado para la fabricación del surimi congelado (Suzuki, 1987,84).

Varios investigadores, Tableros (1981), Silberstein (1978) y Collin (1981) han estudiado los factores que afectan la estabilidad y el uso de antioxidantes en la pasta para lograr mejor conservación de las propiedades funcionales: elasticidad, cohesividad, retención de agua, etc.

López (1972) comunica que la pulpa de pescado lavada y estabilizada con polifosfato (0.2%) y sal (2%) presentó excelentes propiedades de almacenamiento, puesto que después de catorce meses de haber sido preparada no se observaron cambios en sus propiedades.

Taneko Suzuki (1987), dice que para mantener la calidad del surimi a través de la congelación, es importante emplear aditivos tales como azúcar y fosfatos, cuya adición se efectúa en la máquina "cutter" o en mezcladoras usadas para tal efecto.

El lavado con agua es un proceso necesario en la fabricación del surimi. Las razones son: aumentar la capacidad formadora de ashi (gel) e inhibir la desnaturalización proteica debida a la congelación, lo cuál corrobora la teoría de que el mecanismo de desnaturalización proteica por congelación es causada por la concentración de las sales y otros solutos contenidos en el músculo (Rado, 1990, 107-112).

La calidad de la pulpa se mejora con especias y/o condimentos que actúan como aditivos enmascarando el olor característico a pescado y proporcionando un mejor grado de gustabilidad al producto final. Gerhardt (1975) afirma que las especias son importantes contribuidores del sabor y es muy necesario el control en su formulación; además del sabor, proporcionan propiedades bacterioestáticas y antioxidantes.

Alfaro, V y Ghersi (1976), realizaron estudios experimentales sobre almacenamiento de pulpa de merluza *Merluccius gayi*, determinando que la congelación a -30°C , permitió un grado óptimo de calidad por un período de

veinte días de almacenamiento. Con las transformaciones efectuadas sobre diversas carnes, no sólo se consigue hacerlas menos perecederas, sino que al presentarlas bajo la forma del nuevo producto, son agradables a la vista y al paladar.

Tanikawa (1971) elaboró productos como kamaboko, chikuwa y satsuma-age a partir de pulpa de pescado, con la cual se puede también elaborar salchichas, jamones, croquetas y otros productos de fácil aceptación para el consumo humano.

Los productos terminados procesados a partir del surimi, denominados gelificados con base en el esquema japonés tradicional, difieren totalmente de las características iniciales de la materia original, es decir, no tienen olor y sabor a pescado, pueden moldearse en diversas formas, se les pueden incrementar sabores, olores y colores al gusto del consumidor (Tanikawa, 1971,507).

X Los intentos de elaboración de embutidos de pescado se iniciaron en forma experimental desde mucho antes de la segunda guerra mundial con resultados no exitosos debido principalmente al rechazo de los consumidores por su fuerte olor y sabor a pescado y por la poca estabilidad durante el almacenamiento, tanto de la materia prima como del producto final. Fueron los japoneses los que

influenciados por las costumbres de occidente comenzaron a elaborar embutidos de pescado utilizando pulpa lavada con resultados muy positivos. Debido a que tuvieron buena aceptación, iniciaron la producción a pequeña escala a mediados del año 1953 y fue a partir de 1961, año en que se descubrió el surimi congelado, que se logró producir a gran escala apoyado por el avance tecnológico industrial en el desarrollo de maquinarias y equipos, como embutidores continuos, autoclaves a sobre-presión y materiales de empaque como el cloruro de polivinilideno, saran, krehalon, entre otros (Olivares, 1998,28).

Bertullo (1975), hace una breve reseña sobre una antigua receta indonesia, la cuál es preparada con langostinos frescos, harina de tapioca (yuca), azúcar, sal, huevos y agua. Estos ingredientes son amasados, moldeados, cocinados, cortados y secados, resultando una masa transparente debido a la gelatinización del almidón de tapioca, con pequeñas manchas opacas que son los trozos de crustáceos. El producto seco al ser hervido en aceite aumenta su tamaño.

En Argentina, Chile, Brasil y Uruguay se elaboran alimentos similares que llevan pescado en vez de langostino; los copos se tiñen de colores cuando se prepara la pasta con el fin de hacerlos más atractivos al consumidor.

En el Perú la hojuela de pescado es considerada como un producto relativamente nuevo, el cual está siendo introducido en el mercado. Quimper (1974), desarrolló dicho producto utilizando pulpa de merluza fresca; sin embargo, no tuvo en cuenta las variables relacionadas con el estado de la materia prima, tratamiento previo de la pulpa y otras características físicas necesarias para la producción semi-industrial. En 1982, el Instituto Tecnológico Pesquero del Perú reinició estos estudios modificando las formulaciones y llevando a cabo pruebas en las que resaltó una vez más el problema de la textura en la hojuela frita. El tratamiento térmico aplicado para la cocción al vapor fue de 95 °C, por 45 minutos, para moldes de 2 cm de espesor, lográndose buena gelatinización en la mezcla. La evaluación sensorial fue desarrollada utilizando un grupo técnico, obteniendo mayor preferencia por su expansión y crocantez la formulación que mostró 60% de humedad, en comparación a las formulaciones con 40 y 100%. No hubo diferencias en los valores de actividad de agua (A_w), entre las formulaciones elaboradas (Rado, 1990, 107-112).

Durante la prueba de anaquel se utilizaron diferentes materiales de empaque, en el almacenamiento al medio ambiente por un periodo de 24 días con los siguientes resultados: en bolsas de polipropileno soplado (PP), la hojuela pierde rápidamente textura y crocantez, lo mismo ocurre con polietileno/celofán, que ofrece menor barrera al vapor de agua que el OPP/PE (polipropileno orientado

y polietileno) siendo este empaque el que conservó por mayor tiempo (25 días) las características iniciales de la hojuela (Rado,1990,107-112).

Hace unos años la Universidad del Magdalena a través del Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga, ha venido realizando pruebas en la elaboración de este producto con buenos resultados; razón por la cual se planteó el presente estudio que permitiera optimizar su formulación, elaboración y almacenamiento, determinando las mejores condiciones basado en el comportamiento funcional del músculo de otras especies durante la aplicación de esta tecnología de transformación pesquera.

4.2 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

4.2.1 Caracterización de la materia prima

4.2.1.1 Ubicación taxonómica y características biológicas del Macabí *Elops saurus* (LINNAEUS, 1766). Figura 1. El orden filogenético desde Phylum hasta Género, según Nelson (1994), adaptada por Nieto (1999) es:

- ***Phylum*** : Chordata

- **Subphylum** : Vertebrata
- **Superclase** : Gnathostomata
- **Grado** : Teleostomi
- **Clase** : Actinopterygii
- **Subclase** : Neopterygii
- **División** : Teleostei
- **Subdivisión** : Elopomorpha
- **Orden** : Elopiformes
- **Familia** : Elopidae
- **Género** : Elops LINNAEUS, 1766
- **Especie** : *Elops saurus* LINNAEUS, 1766
- **Nombre vulgar:** : “Macabí”, “Macaco”

Tiene el cuerpo alargado y comprimido lateralmente, boca ancha y mandíbula inferior prominente, con placa gular. El maxilar es estrecho y largo, su extremo posterior sobrepasa el borde posterior del ojo. Dientes villiformes, en la lengua, vómer, palatinos y los pterigoideos. Los ojos son grandes con párpado adiposo bien desarrollado.

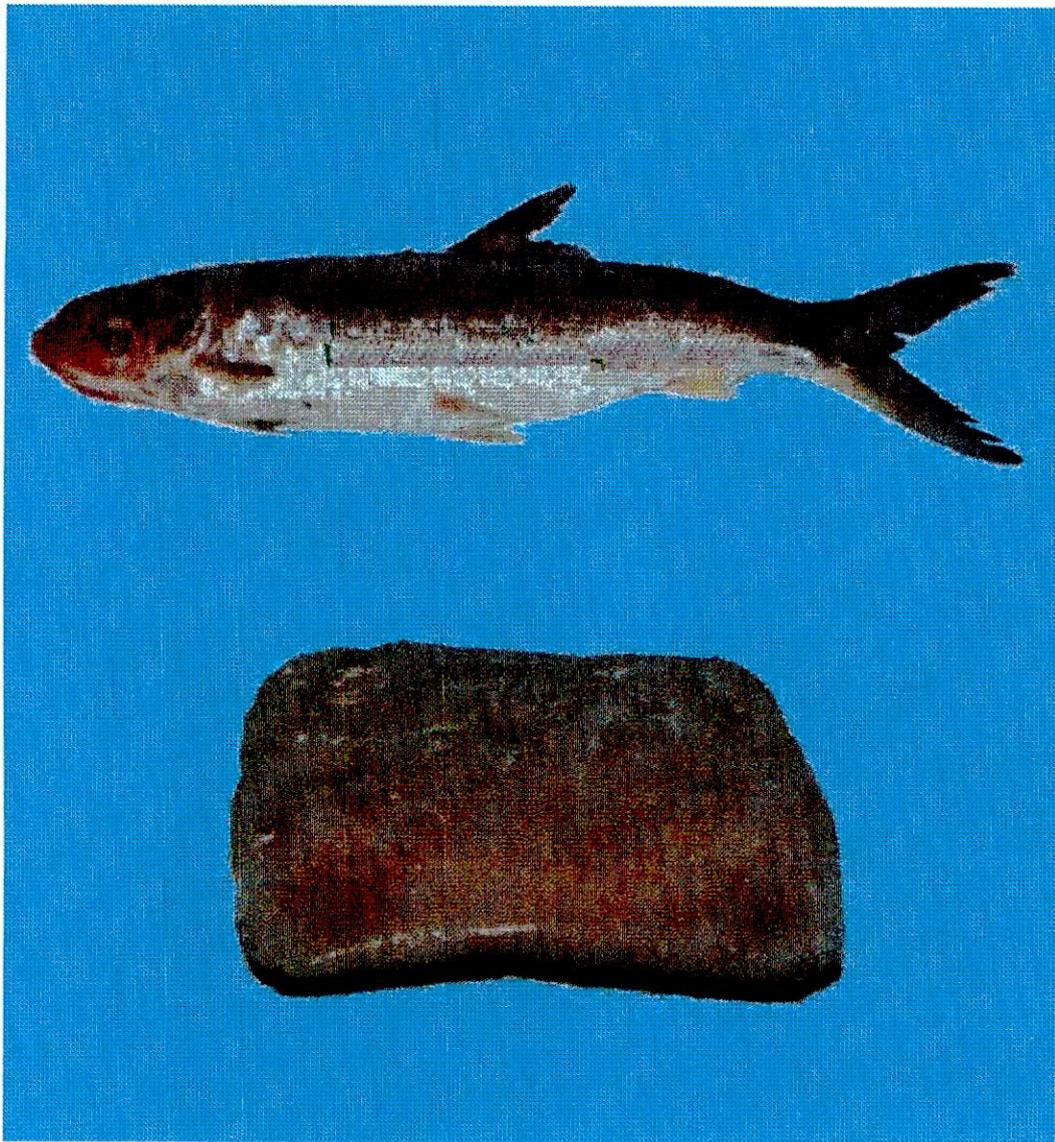


Figura 1 . Macabí *Elops saurus* entero y en pulpa

Escamas cicloides pequeñas, en la línea lateral de 103 a 120. Aletas sin espinas; pélvicas abdominales, con 12 - 16 radios, pectorales muy bajas. Caudal fuertemente ahorquillada.

Radios branquiostegos 27-35, aleta dorsal usualmente 20-25 radios, el último radio de ésta no se prolonga en un filamento; aleta anal normalmente 13 - 18 radios. Presenta numerosas espinas intramusculares que lo hace poco apetecido, la textura muscular es fina y poco fibrosa.

Es muy común encontrarlos con tallas de 600 mm de longitud, aunque pueden alcanzar hasta un metro de longitud total.

Se captura con chinchorro, red de enmalle, atarraya y línea de mano, y la mejor época se da en los meses de Agosto y Septiembre.

4.2.1.2 Ubicación taxonómica y características biológicas de la Lisa *Mugil incilis*. Figura 2. El orden filogenético desde Phylum hasta Género, según Nelson (1994), adaptada por Nieto (1999) es:

- *Phylum* : Chordata
- *Subphylum* : Vertebrata

- **Superclase** : Gnathostomata
- **Grado** : Teleostomi
- **Clase** : Actinopterygii
- **Subclase** : Neopterygii
- **División** : Teleostei
- **Subdivisión** : Euteleostei
- **Superorden** : Acanthopterygii
- **Orden** : Mugiliformes
- **Suborden** : Mugiloidei
- **Familia** : Mugilidae
- **Género** : Mugil
- **Especie** : *Mugil incilis*,
- **Nombre vulgar** : “Lisa”

Color gris azulado o verdoso, plateado en la parte ventral. Aletas pélvicas blancas, las restantes aletas más o menos oscuras. Caudal con borde negro. Axila de pectoral azul negro.

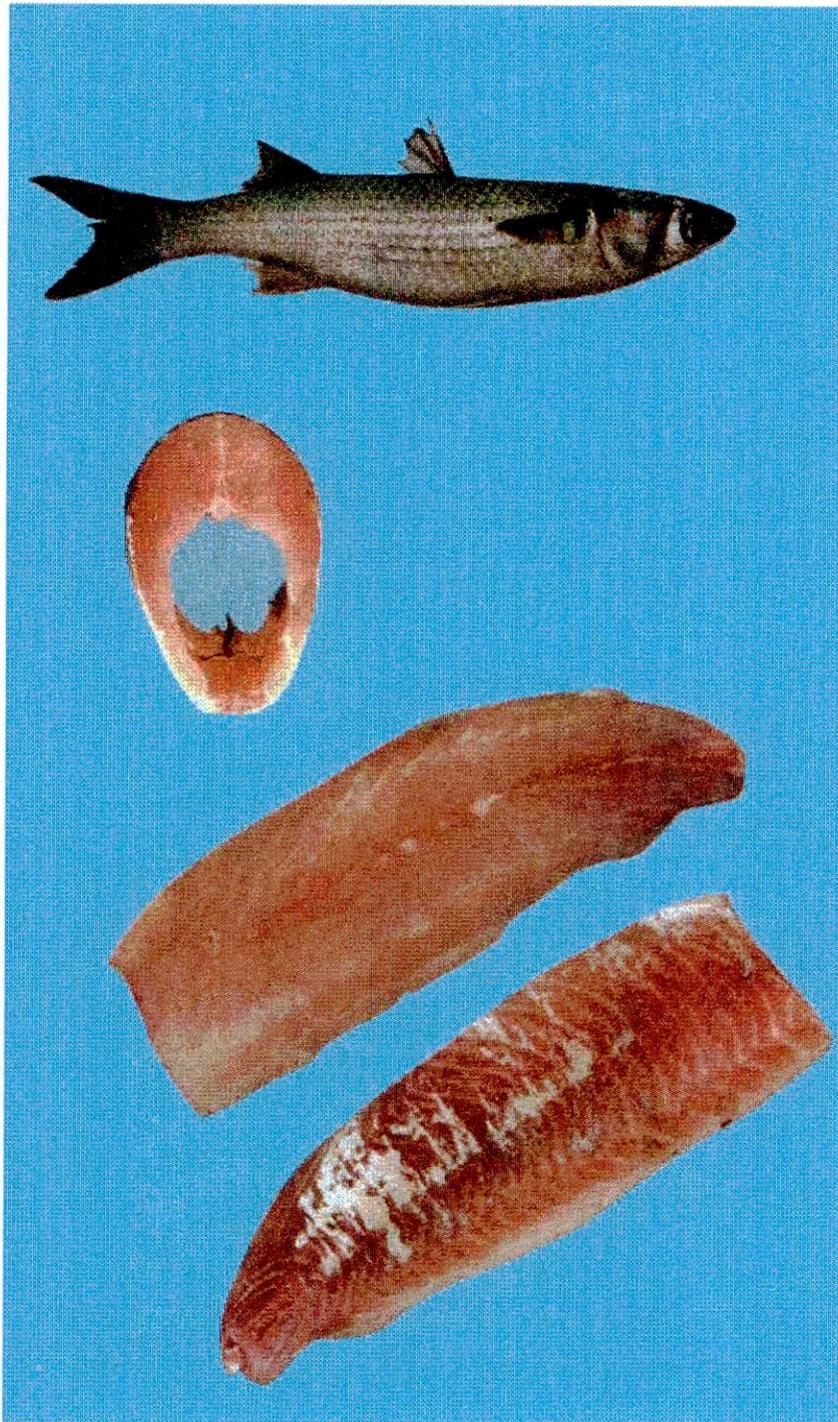


Figura 2. *Lisa Mugil incilis*. entero, en posta y filete.

La "Lisa" es un habitante típico de las lagunas de los manglares de fondo fangoso y aguas sucias, pero se encuentra también, indistintamente en el mar muy cerca de la costa en fondo fangoso o en aguas limpias transparentes de fondo arenoso, coralino o rocoso, siendo en general pelágico costanero y visitante de muy diversos ambientes. Su alimentación es muy variada especialmente detritus del fondo fangoso y organismos del mismo, algas.

Se le pesca mediante atarrayas y chinchorros, y especialmente mediante una red denominada "filete lisero".

4.2.1.3 Ubicación taxonómica y características biológicas del Machuelo *Opisthonema oglinum* (LE SUEUR, 1818). Figura 3. El orden filogenético desde Phylum hasta Género, según Nelson (1994), adaptada por Nieto (1999) es:

- ***Phylum*** : Chordata
- ***Subphylum*** : Vertebrata
- ***Superclase*** : Gnathostomata
- ***Grado*** : Teleostomi
- ***Clase*** : Actinopterygii
- ***Subclase*** : Neopterygii

- **División** : Teleostei
- **Subdivisión** : Euteleostei
- **Serie** : Clupeomorpha
- **Orden** : Clupeiformes
- **Suborden** : Clupeoidei
- **Familia** : Clupeidae
- **Género** : Opisthonema
- **Especie** : *Opisthonema oglinum*, (LE SUEUR, 1818)
- **Nombre vulgar** : "Machuelo"

Especie pelágica perteneciente a la familia Clupeidae. Está distribuida por el Caribe Colombiano (Fisher, 1978) presentando su mayor concentración entre Cabo de la Vela y Riohacha, departamento de la Guajira.

Esta especie es de poca importancia comercial y se captura principalmente con chinchorro de jala. Presenta tallas entre 4,5 y 28,5 cm de longitud total. Para el Caribe Colombiano se estima una biomasa de 51.353 Ton (VECEP- INPA, 1999).

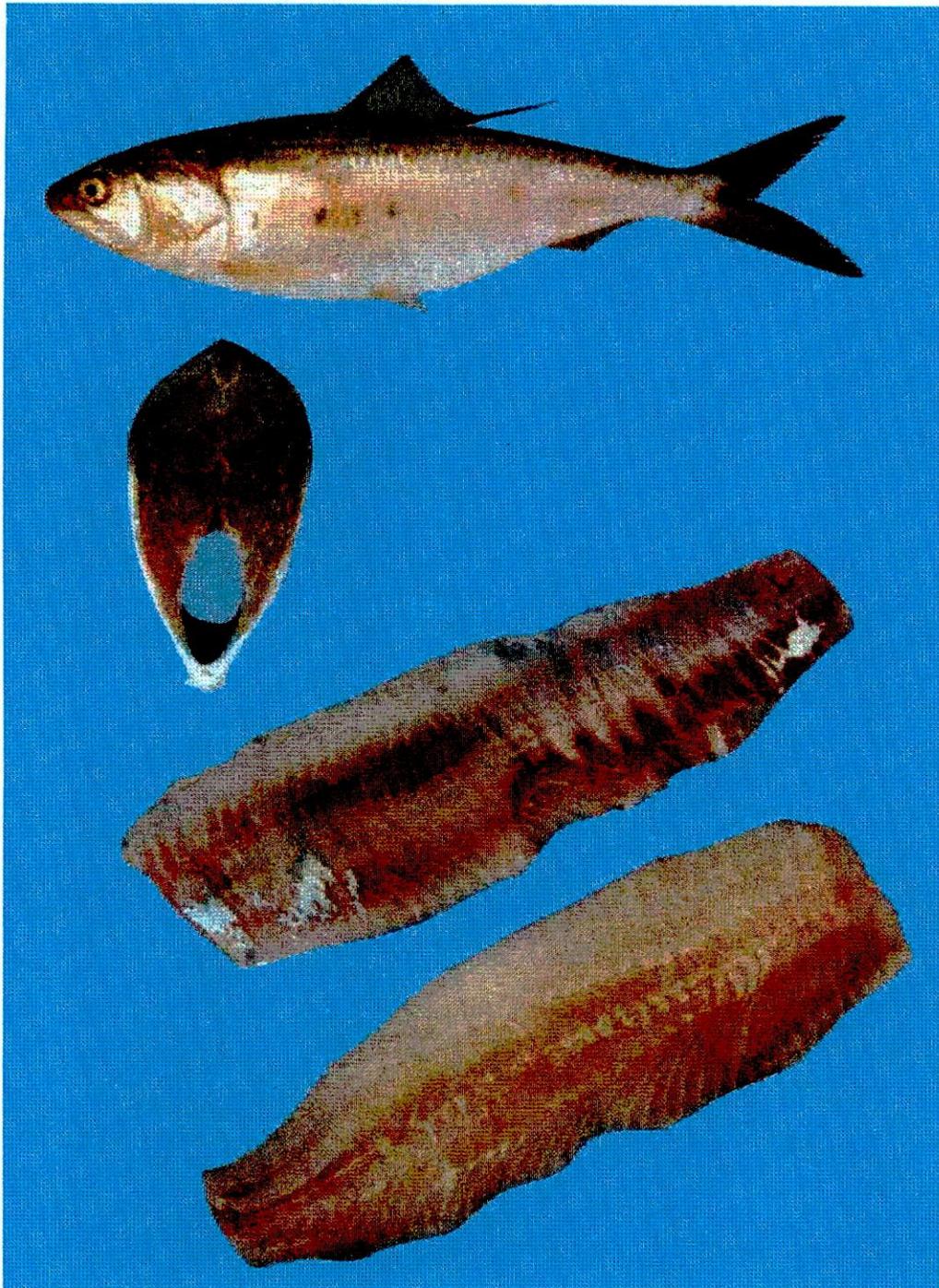


Figura. 3. Machuelo *Opisthonema oglinum* entero en posta y filete

4.2.1.4 Ubicación taxonómica y características biológicas del Ojogordo *Selar crumenophthalmus* (BLOCH, 1797). Figura 4. El orden filogenético desde Phylum hasta Género, según Nelson (1994), adaptada por Nieto (1999) es:

- *Phylum* : Chordata
- *Subphylum* : Vertebrata
- *Superclase* : Gnathostomata
- *Grado* : Teleostomi
- *Clase* : Actinopterygii
- *Subclase* : Neopterygii
- *División* : Teleostei
- *Subdivisión* : Euteleostei
- *Superorden* : Acanthopterygii
- *Orden* : Perciformes
- *Suborden* : Percoidei
- *Familia* : Carangidae
- *Subfamilia* : Caranginae
- *Género* : Selar
- *Especie* : *Selar crumenophthalmus*,(BLOCH, 1797)
- *Nombre vulgar* : “Ojogordo”

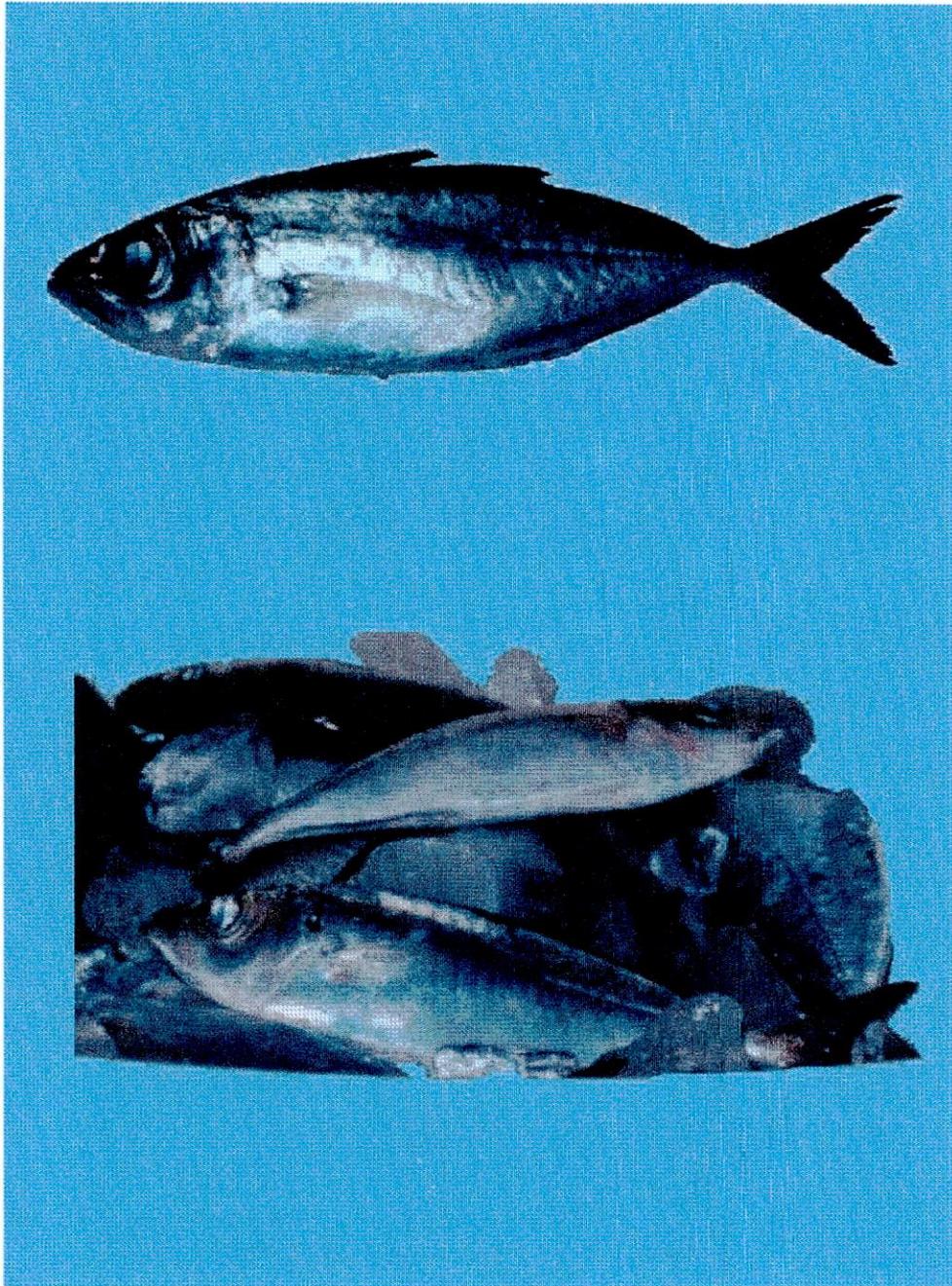


Figura 4. Ojogordo *Selar crumenophthalmus* entero

Especie pelágica perteneciente a la familia Carangidae. Se distribuye en todo el Caribe Colombiano, presentando una especial concentración entre Punta Canoas y la zona de Santa Marta. Es una especie de interés comercial capturándose principalmente con línea de mano.

Para el área entre Punta Canoas (Bolívar) y Puerto Estrella (La Guajira) se estimó una biomasa de 27.605 Ton (VECEP- INPA,1999).

4.2.1.5 Ubicación taxonómica y características biológicas de la Cojinoa *Caranx crysos* (MITCHIL, 1815). Figura 5. El orden filogenético desde Phylum hasta Género, según Nelson (1994), adaptada por Nieto (1999) es:

- *Phylum* : Chordata
- *Subphylum* : Vertebrata
- *Superclase* : Gnathostomata
- *Grado* : Teleostomi
- *Clase* : Actinopterygii
- *Subclase* : Neopterygii
- *División* : Teleostei
- *Subdivisión* : Euteleostei
- *Superorden* : Acanthopterygii

- **Serie** : Percomorpha
- **Orden** : Perciformes
- **Suborden** : Percoidei
- **Familia** : Carangidae
- **Subfamilia** : Caranginae
- **Género** : Caranx
- **Especie** : *Caranx crysos*, (MITCHEL, 1815)
- **Nombre vulgar** : “Cojinoa”, “Cojinúa”.

Especie de coloración verde o verde azulado hacia la parte dorsal con reflejos plateados, que gradualmente cambia a blanco plateado hacia la parte ventral. Aletas dorsales y caudal gris verdoso; pélvicas blancuzcas con algunos tonos amarillentos y una mancha negra en el borde opercular. Los machos adultos en la época de la reproducción adquieren una coloración uniforme gris oscura o negruzca.

Alcanza una talla aproximada a los 700 mm de longitud total; sin embargo, son escasos ejemplares mayores de 500 mm de longitud total.

Su hábitat es pelágico, en ocasiones cerca de la costa. No está asociado a zonas con arrecifes coralinos.

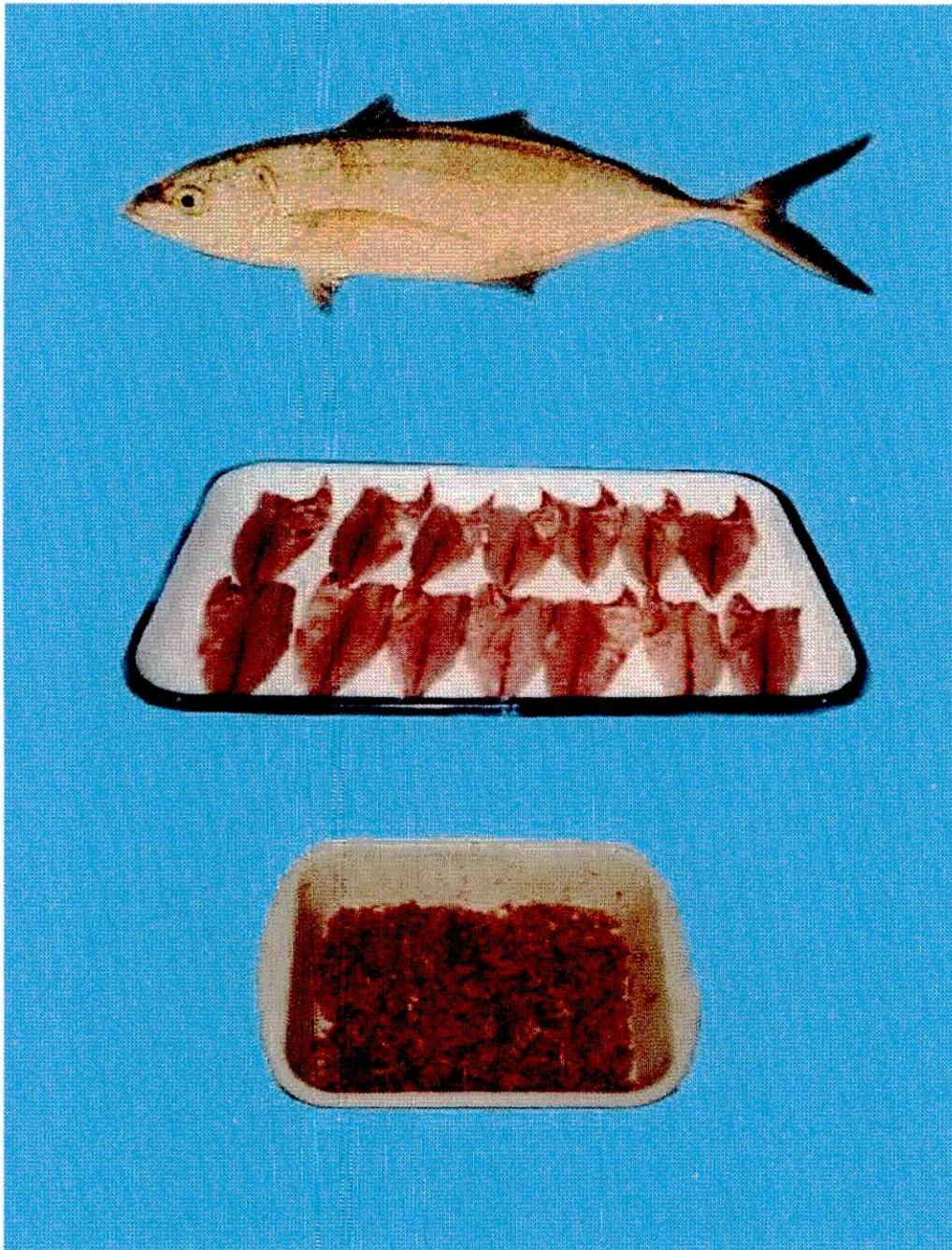


Figura 5. Cojinoa *Caranx crysos* entero, filete y pulpa

Es una especie común que algunas veces se captura abundantemente. Es la única especie de *Caranx* cuyos juveniles no se encuentran en las playas. Ejemplares hasta unos 320 mm de longitud total se pescan frecuentemente con nasas, ejemplares mayores con artes de cerco principalmente. Su carne es de excelente calidad.

4.2.1.6 Ubicación taxonómica y características biológicas del Bonito *Euthynnus alletteratus*. Figura 6. El orden filogenético desde Phylum hasta Género según Nelson (1994), adaptada por Nieto (1999) es:

- *Phylum* : Chordata
- *Subphylum* : Vertebrata
- *Superclase* : Gnathostomata
- *Grado* : Teleostomi
- *Clase* : Actinopterygii
- *Subclase* : Neopterygii
- *División* : Teleostei
- *Subdivisión* : Euteleostei
- *Superorden* : Acanthopterygii
- *Serie* : Percomorpha
- *Orden* : Perciformes

- **Suborden** : Scombroidei
- **Familia** : Scombridae
- **Subfamilia** : Scombrinae
- **Tribu** : Thunnini
- **Género** : Euthynnus
- **Especie** : *Euthynnus alletteratus*.
- **Nombre vulgar** : “Bonito”.

El nombre de Atún con el que los pescadores de Venezuela lo denominan, produce confusión con las especies de Scombridae que son conocidas universalmente con el nombre de atunes.

Coloración latero-dorsal azul oscuro, parte superior de la cabeza y área predorsal negruzca; región ventral, blanco plateado. Lados del cuerpo por encima de la línea lateral con líneas negras dirigidas oblicuamente hacia atrás, algunas veces entrecortadas y formando manchas negras redondeadas más o menos diferenciadas. Por debajo de las aletas pectorales existe un número variable de manchas redondeadas oscuras muy características de la especie. Las aletas pectorales son negruzcas y los pequeños ejemplares presentan franjas verticales oscuras.

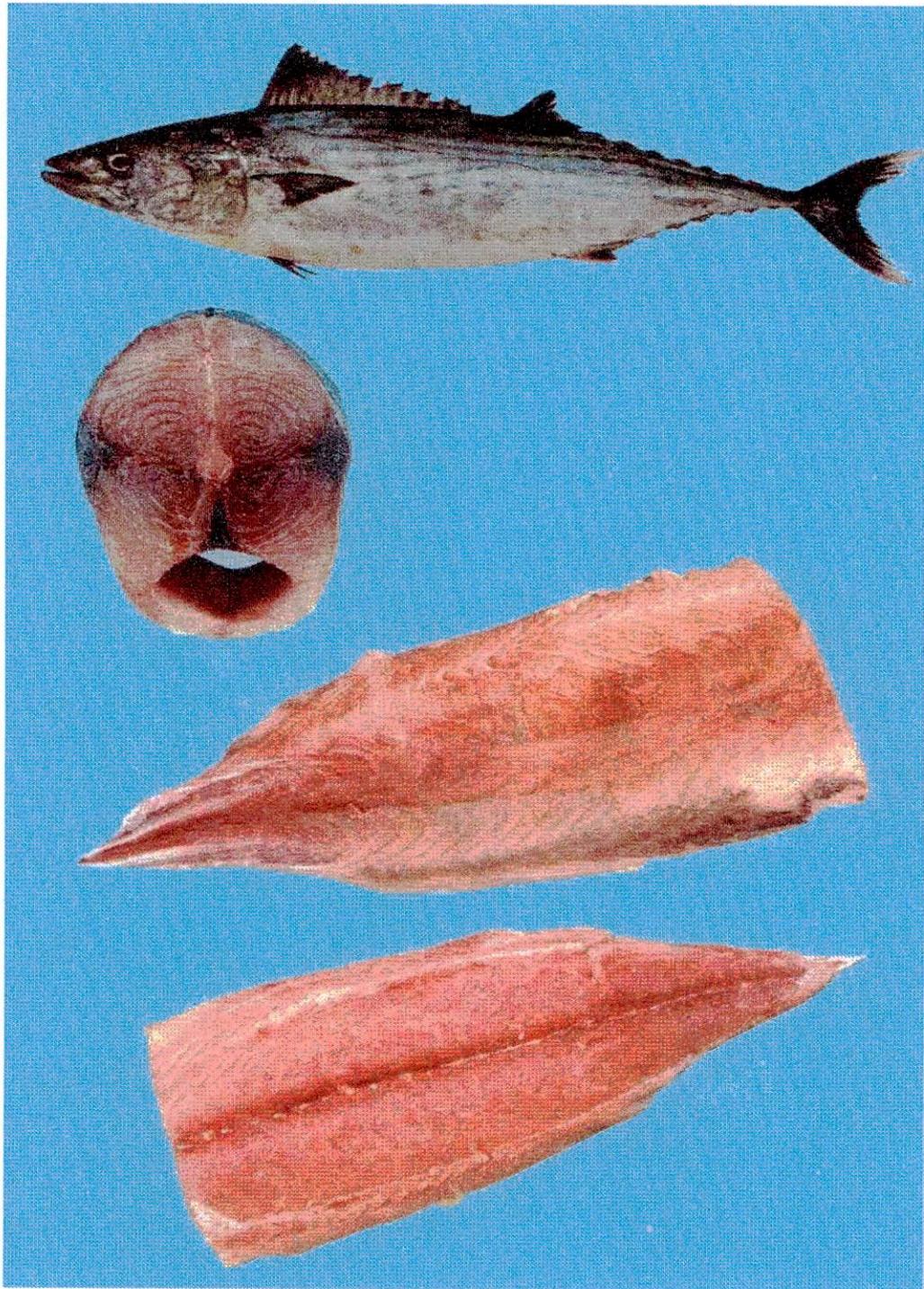


Figura 6. Bonito *Euthynnus alletteratus* entero, en posta y filete.

Alcanza una talla de alrededor de un metro, el máximo peso registrado es de 12,20 Kg. Su hábitat epipelágico, generalmente en aguas neríticas y no lejos de la costa. Se alimenta principalmente de Clupeidae.

4.2.2 Fundamentos teórico- prácticos en la elaboración de la pasta de pescado. Inicialmente es importante plantear la diferencia existente entre la pulpa de pescado y una pasta estabilizada o surimi; la primera corresponde al músculo separado mecánica o manualmente del sistema esquelético y de la piel del pescado, sometida o no posteriormente a un proceso de molienda, sin aceptar la aplicación de lavados y la adición de sustancia alguna. La segunda, constituye el músculo de pescado, al cuál mediante la aplicación de lavados se le ha retirado sustancias no deseables (proteínas sarcoplasmáticas, grasas, etc) que inciden en el olor, color, sabor y textura. Se le ha concentrado las proteínas miofibrilares (actina y miosina), mejorando su capacidad de retención de agua, su fuerza de gel y sus características organolépticas; y finalmente se le ha adicionado sustancias crioprotectoras (azúcares, polifosfato) que al mezclarse le confieren condiciones de estabilidad frente al proceso de congelación y durante el almacenamiento en congelación (Olivares, 1998).

La tecnología de la pasta de pescado o surimi tiene su origen en el Japón, en donde los pescadores elaboraban un gel, resultado de la mezcla de pescado molido, sal y condimentos, sometido después a procesos de calentamiento. El producto terminado obtenido presentaba color, sabor y olor agradables, textura elástica y buen nivel de proteínas, aprovechando en buena forma las diversas capturas.

El concepto de surimi se aplica al músculo de pescado molido y/o picado, sometido a tratamientos de lavados y mezclado con agentes crioprotectores (azúcares, sal y polifosfatos) para que conserve su estabilidad en estado congelado, evitando la desnaturalización de las proteínas miofibrilares y, con ello, su capacidad de gelificación, emulsificación y retención de agua (Olivares, 1998).

Es posible utilizar cualquier especie de pescado como materia prima para el procesamiento de pasta estabilizada o surimi; no obstante, se recomienda que la especie a utilizar contenga la cantidad de proteínas miofibrilares adecuada para la obtención de un gel fuerte y de igual forma, tener bajo costo comercial y estar disponible en cantidades abundantes.

Cadena,N; Fernández, A; y Espeleta A (1993), realizaron un estudio sobre las técnicas de obtención de pulpa de pescado a partir de la especie íctica Macabí *Elops saurus*, para ser utilizada en la fabricación de una pasta base estable que sirviera como materia prima en la elaboración de productos comerciales, tales como kamaboko, salchichas, hamburguesas, etc. Experimentaron con dos lotes: al primero se le efectuó un lavado ligero y al segundo una serie de tres lavados profundos con agua potable. A la pulpa obtenida después de un tratamiento de tres lavados con agua a 8 °C, se le analizó y calculó las pérdidas de proteínas y de peso respecto a los hallados antes del proceso. Los resultados determinaron una pérdida de proteínas del 13,66% y de peso del 4.46%. El rendimiento fue de 41.40% para el lote número 1, y del 32% para el lote número 2 . Con lavados y el homogeneizado, la pulpa adquirió mejor textura, olor, color y elasticidad. Los bloques congelados de pasta base constituyeron excelente materia prima para su utilización en la fabricación de salchichas, kamaboko, hamburguesas y albóndigas.

El Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga, de la Universidad del Magdalena, desde 1990, ha venido trabajando en el desarrollo y adaptación de tecnologías de proceso en la elaboración de productos como embutidos, chicharrón, galletas, etc., utilizando como materia prima pulpa estabilizada de Macabí *Elops saurus* con resultados interesantes. Además, se viene ensayando la utilización de otras

especies como Machuelo *Opisthonema oglinum*, Cojinoas, *Caranx crysos*, entre otras, con buenos resultados.

Se plantea la tecnología de procesamiento de pasta estabilizada o surimi como alternativa de solución para dar un aprovechamiento integral a los recursos hidrobiológicos. En ocasiones, algunas especies subvaloradas comercialmente se destinan a la alimentación de animales o sencillamente son consideradas como desechos. De otra parte, en determinadas épocas del año se presentan excedentes en las capturas que se convierten en un problema para las empresas pesqueras, pues su manejo se dificulta, bien por falta de capacidad de almacenamiento o por desconocer una tecnología apropiada para su aprovechamiento.

Se considera como surimi: un concentrado congelado de proteínas miofibrilares obtenidas por lixiviación en agua de la pulpa de pescado, la cual es mezclada con agentes crioprotectores, para efectos de proporcionar estabilidad durante el almacenamiento en congelación(Olivares, 1998,11-45).

La calidad de un surimi depende, en buena medida, del índice de frescura de la materia prima utilizada para el procesamiento y de la asepsia con que se trabaje, premisas válidas en la elaboración de cualquier producto pesquero u otro tipo de alimento. Ningún proceso tecnológico mejora la calidad de un pescado, una vez

éste ha iniciado su proceso de deterioro. También influyen factores como la edad, métodos y épocas de captura, tipos de especies (graso o magro), hábitat, entre otros.

En la preparación de surimi o pasta estabilizada de pescado, los rendimientos, el volumen de producción y los tiempos de procesos están en función de:

- El tamaño de la especie utilizada.
- El método de obtención de la pulpa (mecánica o manual).
- El tipo de maquinaria que se utilice.

Antes de la obtención de la pulpa, ya sea por métodos manuales o mecánicos, la materia prima recibe un tratamiento previo que incluye: la recepción en planta, selección y control de calidad, pesajes y limpieza (eviscerado, incluyendo riñones y peritoneo), lavados, corte de cabeza y corte longitudinal por el dorso. Por su condición de alimento altamente perecedero, este tratamiento debe efectuarse con la mayor rapidez y asepsia, cuidando mantener la temperatura de la materia prima por debajo de 5 °C.

Realizadas las operaciones del tratamiento previo se procede a la obtención de la pulpa, la cual se puede efectuar por medios mecánicos o manuales. Los medios

manuales implican altos costos, baja producción y un mayor grado de dificultad para la separación de la pulpa, situación que obliga a recomendar los medios mecánicos de los que existen gran variedad en el mercado, siendo el más popular, el separador tipo tambor. La elección de estos equipos depende de la materia prima a procesar y volumen de producción deseada. Por ejemplo, para especies grandes de espinas largas y duras, se deben considerar cribas de mayor diámetro que para especies de menor tamaño y espinas débiles. Los rendimientos y la calidad de la pulpa en esta fase se pueden controlar regulando la presión entre los elementos que realizan la separación de la pulpa. A una presión alta entre ellos, corresponden un rendimiento mayor y una baja calidad.

Para el lavado o blanqueado se pueden usar máquinas automáticas o sencillamente recipientes o tanques provistos de agitadores. La pulpa obtenida, normalmente trae consigo restos de sangre, grasas, piel, músculo oscuro y, por ende, gran contenido de proteínas sarcoplasmáticas, responsables del fuerte olor a pescado. En estas condiciones la pulpa es un medio muy inestable con facilidades para el deterioro enzimático y microbiano. Entonces, el lavado justifica su aplicación debido a que separa las sustancias mencionadas, confiriéndole condiciones de estabilidad; además, concentra las proteínas miofibrilares mejorando su capacidad de retención de agua y de emulsificación.

El lavado se realiza con agua fría a 5 °C, en un volumen que excede de 4 a 6 veces la cantidad de pulpa. Ésta se mezcla con agua y se deja en reposo hasta que se precipite totalmente, posteriormente, se retira el sobrenadante y con el fin de eliminar el exceso de agua se utilizan sacos de polipropileno (PP) o tela, aplicando presión manual; luego se colocan en una prensa de tornillo con presión de 12 kgf/cm², durante 15 minutos.

Las ventajas que proporciona el buen lavado son:

1. Aumenta la capacidad de retención de agua (CRA).
2. Confiere al producto buena presentación puesto que mejora el color y la textura.
3. Remueve el mal olor.
4. Aumenta la capacidad de gelificación debido a que concentra las proteínas miofibrilares, eliminando las sarcoplasmáticas solubles en agua, las cuales causan un efecto negativo durante proceso de gelificación.
5. Aumenta la vida útil de la pulpa.
6. Permite agregarle sabores diversos, según el tipo de productos que se desee fabricar.

Sin embargo, el lavado también trae algunas desventajas como son la pérdida de componentes naturales que corresponden al sabor y olor y la disminución de los rendimientos de la materia prima.

Es importante dar un manejo adecuado a las aguas resultantes del proceso de lavado o blanqueo. Se recomienda hacerlo de acuerdo a las normas establecidas por la legislación de cada país. Hoy día, se realizan estudios para tratar de recuperar estas aguas, la grasa, las partículas sólidas de músculo y las proteínas disueltas, para utilizarlas en el consumo humano.

La adición de agentes protectores a la pulpa tiene como fin darle estabilidad en el proceso de congelación y durante su almacenamiento en congelación. La mezcla se realiza en el cutter o picadora durante un tiempo no menor a 15 minutos, con temperaturas por debajo de 10 °C.

Estas sustancias reducen la desnaturalización de las proteínas miofibrilares (actina, miosina y actomiosina) por acción de las bajas temperaturas. Los agentes protectores de las proteínas de mayor uso en el procesamiento de pasta estabilizada son: azúcar, sal y fosfatos. La primera utiliza niveles entre 1 y 3%, ya que, mayores proporcionan un sabor muy dulce a la pulpa. (en la práctica se recomienda una concentración del 1%). Para el uso de la sal es conveniente

utilizar la misma dosificación; para fosfatos (polifosfatos) es aconsejable entre 0.2 y 0.3%, con respecto al peso de la pulpa lavada; no obstante la norma 1325 de ICONTEC permite hasta 0.5% para productos cárnicos cocidos. (Gartz,1998,74)

El azúcar actúa como agente crioprotector evitando la desnaturalización proteica del músculo, y su efecto será mayor si se utiliza mezclada con polifosfato, el cual también actúa como regulador de pH y no permite la contracción muscular puesto que evita la superposición de la actina y la miosina, mejorando la capacidad de retención de agua.

Si se almacena a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, pulpa de pescado sin la adición de azúcar y polifosfato se obtiene un producto que adquiere textura esponjosa, con baja capacidad de retención de agua y de gelificación como consecuencia de la desnaturalización de las proteínas miofibrilares.

Para el empaque y congelación de la pulpa de pescado, se recomienda utilizar bolsas oscuras de polietileno y un congelador de contacto por placas, de congelación rápida, a temperaturas por debajo de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. El bloque congelado debe rotularse con la fecha de producción, materia prima (especie), el peso en Kg, nombre de la empresa, etc. El almacenamiento a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ debe mantenerse constante, con el objetivo de conservar la calidad (Olivares, 1998,11-45).

4.2.3 Chicharrón de pescado. Se define como “chicharrón de pescado” la mezcla de pulpa más sal, almidón (harina de maíz, papa o arroz), 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.

Szveśniak et al, (1963), sugieren que la característica conocida como “crocantez”, en este tipo de productos, influye de manera determinante en la imagen del mismo frente al consumidor, mucho más que el color y sabor. Son varios los factores que influyen en la crocancez, los principales son el contenido de humedad y la actividad del agua.

Kaghan (1969), estableció que papas fritas con contenidos de humedad mayores al 3% no son aceptadas para su comercialización; Katz y Varanyanond (1981), estudiaron las propiedades mecánicas de productos tipo bocaditos, concluyendo que contenidos de agua correspondientes a valores de actividad de agua (A_w) entre 0.30 y 0.35 eran críticos para la aceptabilidad de los mismos.

Por otro lado, la hojuela de pescado es un alimento tipo bocadito muy difundido en los países asiáticos y comúnmente conocido con el nombre de “Khao Kream

Kung" en Tailandia y "Keropak" en Indonesia (Rado, 1990, 107).

4.2.4 Ingredientes y aditivos. Un aditivo, es una sustancia química y/o natural que es añadida en pequeñas cantidades a un alimento durante su elaboración, para cumplir con una función tecnológica específica, impartiendo al alimento características que sin la adición del aditivo no es posible darle.

Los aditivos permitidos en Colombia están relacionados en la norma ICONTEC segunda edición; No 1325 (1982), cuya primera revisión ha sido oficializada por el Ministerio de Salud, tomando el carácter de Norma Legal Sanitaria de obligado cumplimiento. La legislación colombiana hace una distinción entre ingredientes y aditivos. Así por ejemplo, la sal, las especias, los almidones, etc; son considerados por el Decreto No 2162 (1983) del Ministerio de Salud Pública de la República de Colombia como ingredientes y no como aditivos de uso permitido.

Desde un punto de vista estrictamente tecnológico, se considerarán todos los ingredientes diferentes a la carne, el agua y la grasa como aditivos (Gartz, 1998,68).

La Sal. Ejerce su efecto sobre las proteínas de la carne. La actomiosina es una proteína insoluble en agua, pero relativamente soluble en soluciones de alta fuerza iónica, cuando se producen las emulsiones de los productos escaldados. De esta forma, al incrementar la fuerza iónica de la masa o pasta, se aumenta la solubilidad de la actomiosina, permitiendo que haya mayor cantidad de proteína disponible para la emulsificación del agua y la grasa. Se ha encontrado que la Capacidad de Retención de Agua (CRA) de pastas para productos escaldados presenta su punto máximo cuando se han adicionado cantidades de sal equivalentes a 5% aproximadamente. Sin embargo, por las propiedades saborizantes de la sal, no es posible adicionar proporciones de sal mayores a 2.5%, ya que no es aceptada por el gusto del consumidor.

Agente expansivo. Es utilizado el polvo para hornear cuyos ingredientes constituyentes son Fosfato de Calcio, Bicarbonato de Sodio y Almidón.

Almidones y harinas. Se tratan de macromoléculas, generalmente del tipo polisacáridos cuyas funciones son retener humedad y servir como agentes espesantes. Los más comúnmente utilizados son almidones de cereales, que se usan para incrementar la viscosidad de las emulsiones con el fin de que las macromoléculas de que constan formen verdaderas barreras físicas que impidan la confluencia de diferentes partículas de la fase dispersa en la emulsión.

Además, estos compuestos abaratan el costo del producto, ya que algunos de ellos absorben cantidades de agua realmente altas.

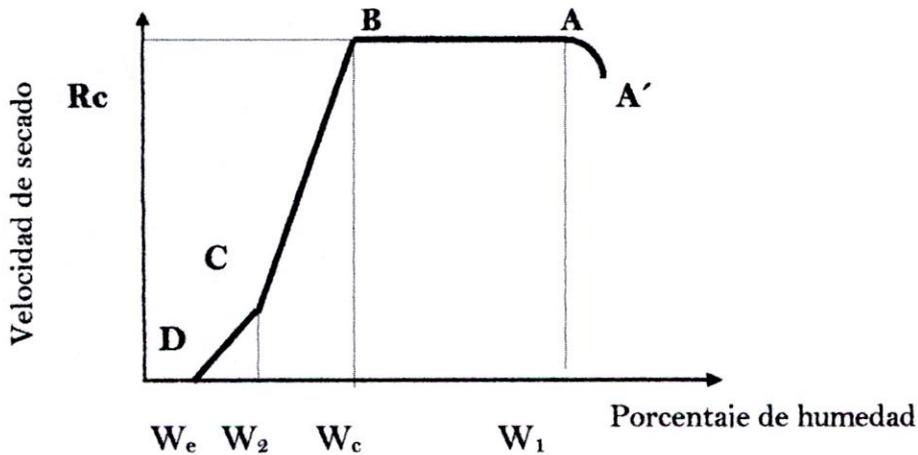
Hielo. Se añade a través de todo el proceso de homogeneizado con el fin de contrarrestar el aumento de temperatura de la masa, si ésta sobrepasa los 12 ° C, se presenta una desnaturalización por parte de las proteínas cárnicas a causa de la fricción de las cuchillas del cutter.

4.2.5 Aspectos generales sobre el secado de los alimentos. El proceso de secado del pescado es un método tradicional en la mayoría de los países del mundo y tiene como objetivo remover el agua de los alimentos para impedir el crecimiento y multiplicación de bacterias que alteran las características naturales del alimento hasta descomponerlo.

El secado es un fenómeno físico, altamente complejo, en el cual la energía generalmente en forma de calor, es suministrada al agua contenida en el alimento, elevando la presión del vapor de agua hasta un nivel tal que ésta se evapora desde la superficie del alimento, lo que causará migración de la humedad de la parte interna a la superficie y por repetición de la evaporación y migración de humedad, el secado se completa.

En el secado de un alimento se presentan dos etapas:

1. Evaporación del agua de la superficie del alimento.
2. Migración del agua del interior al exterior



Fuente: Procesamiento de productos curados ITP-JICA, Perú 1998.

Figura 7. Curva característica de secado

El aire forma tres capas separadas: una estacionaria, muy fina que se halla en contacto con la superficie del producto, y saturada de vapor de agua que pasa continuamente a la capa siguiente. Otra intermedia, en donde la velocidad de secado depende del grosor de la capa de aire que se mueve lentamente y de la sequedad de la corriente principal de aire. Cuando aumenta la velocidad del aire, esta disminuye de grosor y el vapor de agua pasa mucho más rápido a la corriente principal. Por último, la externa, que se mueve con mayor rapidez,

por la cual se une a la corriente principal del aire turbulento. En la Figura 7. se resumen las principales características del secado, cuyos períodos se describen en detalle a continuación:

Período A'-A: Conocido como período inicial o de estabilización, durante el cual las condiciones de la superficie del alimento se ponen en equilibrio con el aire de secado.

Período A - B: Este período es conocido como de velocidad constante de secado debido a que el movimiento del agua desde el interior del alimento hasta el exterior tiene lugar a una velocidad prácticamente igual a la velocidad de evaporación en la superficie. Durante éste período se produce la evaporación del agua superficial del alimento y el desplazamiento del agua contenida en las capas cercanas a la parte externa que al alcanzarla, también se evapora.

Período B-C: A medida que avanza el secado, llega un momento en que el movimiento de la humedad dentro del producto hacia la superficie disminuye de tal forma que esta comienza a secarse. Desde ese momento, el agua contenida en el interior se irá evaporando en la medida que se difunda desde el interior a la superficie.

Período C-D: En este período llamado de velocidad decreciente empieza a disminuir la velocidad de secado. El contenido de humedad del producto en el punto C se conoce como “contenido crítico de humedad”. A partir del punto C, la temperatura de la superficie empieza a elevarse progresivamente a medida que el secado progresa. Normalmente el período de velocidad decreciente constituye la mayor parte del tiempo de secado. En todo proceso de secado, se llega a un punto en que resulta imposible extraer más agua; este punto depende de la humedad relativa del aire. (Chimpen, 1998,80).

4.2.6 Teoría de la fritura. La fritura es una operación destinada a modificar las características organolépticas del alimento. Además, se logra un efecto conservador por destrucción térmica directa de los microorganismos y enzimas presentes en el alimento, así como también por reducción de la actividad de agua en la superficie del mismo o en toda su masa como ocurre en los alimentos cortados en rodajas finas.

La vida útil de los alimentos sometidos a fritura depende esencialmente de su contenido de agua residual; aquéllos que tras la fritura retienen un contenido de agua relativamente elevado, es normalmente corta, debido a la migración de agua y aceites producidos durante el almacenamiento. Los alimentos sometidos a procesos de fritura más intensos, como las papas, “snacks” a base de maíz y

productos extruidos, se conservan hasta por doce meses a temperatura ambiente envasados y almacenados en condiciones adecuadas (Fellow,1994, 343).

Cuando un alimento se sumerge en aceite caliente, su temperatura aumenta rápidamente y el agua que contiene se elimina en forma de vapor, por lo que su superficie empieza a deshidratarse. Se forma una corteza y el frente de evaporación va trasladándose hacia el interior del producto. La temperatura en la superficie del alimento alcanza la del aceite caliente y la interna aumenta lentamente hasta los 100 °C (Fellow,1994, 343).

El tiempo requerido para freír un determinado alimento depende de:

- Tipo de alimento
- Calidad del aceite
- Temperatura del aceite
- Sistema de fritura (superficial o por inmersión)
- El grosor del alimento
- Los cambios que se pretenden conseguir.

La temperatura de fritura viene determinada por consideraciones económicas y tipo de producto a elaborar. Lógicamente a temperaturas elevadas, los tiempos

de fritura son más cortos. Sin embargo, a estas temperaturas el aceite se altera más rápidamente y se producen ácidos grasos libres que modifican la viscosidad, sabor y aroma. Por lo tanto, el aceite debe cambiarse con mayor frecuencia, condición que incrementa los costos de elaboración. Por otra parte, la fritura a elevadas temperaturas provoca pérdidas de aceite por arrastre, lo que también encarece el producto (Fellow, 1994, 344).

Existen dos métodos de fritura diferenciados por los mecanismos de transmisión de calor que en ellos intervienen: la fritura por contacto y la fritura por inmersión.

La fritura por contacto es un método que resulta muy adecuado para aquellos alimentos de relación superficie/volumen favorable (por ejemplo: lonchas de tocino, hamburguesas y alimentos similares) En ellos, la transmisión de calor al alimento tiene lugar por conducción desde la superficie de la sartén a través de una fina capa de aceite.

En la fritura por inmersión la transferencia de calor se produce por combinación de transmisión por convección (en la masa del aceite) y por conducción (en el interior del alimento). El alimento recibe en toda su superficie el mismo tratamiento térmico, lo cual le confiere un color y aspecto uniformes. Este tipo

de fritura puede aplicarse a alimentos con cualquier forma, pero los de forma irregulares tienden a retener más aceite (Fellow,1994).

4.2.7 Programa de aseguramiento de calidad HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points). Es necesario un programa adecuado de control de calidad para asegurar el suministro de alimentos sanos o inocuos, de buena calidad y disponibles en cantidades y precios que garanticen un nivel nutricional y de salud para todo tipo de consumidor. El control de los alimentos incluye todas las actividades, desde la producción primaria o pesca, pasando por los procesos y almacenamiento hasta la comercialización y consumo, asegurando la calidad, inocuidad y presentación ética del alimento (Alegre, C.1998,7).

Al referirse a alimentos y al concepto calidad, se asume que este criterio involucra un aspecto no negociable; la inocuidad, que algunas veces se designa como calidad sanitaria. Todos los alimentos deben cumplir por lo menos este criterio.

Un alimento será inocuo, no sólomente si puede demostrarse mediante análisis de laboratorio que no contiene sustancias peligrosas o gérmenes patógenos; sino también si proviene o ha sido elaborado o tratado dentro de un medio ambiente

dirigido por sistemas de control de calidad, especialmente diseñados en el campo de la inocuidad alimentaria.

Cada país ha tratado de crear su sistema oficial de aseguramiento de calidad; sin embargo, actualmente el sistema americano de Análisis de Riesgos y Determinación de Puntos Críticos de Control HACCP, es ampliamente aceptado y adaptado a nivel mundial por las empresas dedicadas a la industria alimentaria; este sistema, que desde los años 70 hizo su aparición y empezó su aplicación en la preparación de alimentos para la tripulación de los programas espaciales, se sustenta en los principios de prevención y no en la corrección.

La adopción del sistema por los Organismos Internacionales en Asuntos de Alimentos tiene su mayor desarrollo entre los años 1989 y 1994 cuando la FDA (Food and Drug Administration) decidió iniciar la aplicación del HACCP en Estados Unidos, centrando sus esfuerzos en los productos pesqueros. En 1992 la comisión del Codex Alimentarius sugirió la incorporación del HACCP a los códigos de prácticas higiénicas y expidió un documento que contiene las pautas para el uso de quienes quieren acogerse al HACCP.

En 1993, la Comunidad Europea (CE) expidió la directiva 493, según la cual los

países miembros deben emplear el sistema HACCP en sus programas de Control de Alimentos producidos o importados, a la CE y fijó como fecha límite Diciembre de 1995 (Leyton, M.1998,8).

Casi la mitad del plan HACCP está determinado por la importancia de efectuar el análisis de los peligros que afectan al producto y establecer cuales de ellos son los que están estrechamente ligado a la inocuidad del mismo, pudiendo de ésta manera desarrollar una conveniente identificación de Puntos Críticos de Control durante el procesamiento de un determinado producto, teniendo como base la aplicación fundamental de los siete principios del Sistema HACCP (Leyton, M.1998,9-10).

Principio 1: Análisis de los peligros asociados con el producto o el proceso e identificación de medidas de control.

Principio 2: Determinar los puntos críticos de control requeridos para controlar los peligros identificados.

Principio 3: Establecer los límites críticos que deben cumplirse en cada punto crítico de control.

Principio 4: Establecer procedimientos para monitorear los punto críticos de control.

Principio 5: Establecer las acciones correctivas para ser tomadas cuando se identifica una desviación al monitorear los puntos críticos de control.

Principio 6: Establecer procedimientos de registros de verificación de que el sistema HACCP viene trabajando correctamente.

Principio 7: Establecer procedimientos de verificación y validación.

El desarrollo de un proyecto de implementación del sistema HACCP implica la planificación estratégica y decisión gerencial, soporte técnico y científico, adecuaciones locativas y tecnológicas; además, recursos humanos y financieros.

En Colombia, como en muchos otros países en desarrollo, el sistema HACCP ha sido incorporado a la legislación sanitaria para poder tener acceso al intercambio comercial con países desarrollados; y a nivel industrial la mayoría de las empresas multinacionales de productos alimentarios han ajustado su programa de calidad a los lineamientos HACCP con algunas dificultades por la falta de reglamentaciones sanitarias y de higiene.

El Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga, como dependencia académica tecnológica de la Universidad del Magdalena, se le conoce por la gran variedad de productos pesqueros que allí se elaboran, y sus directivas están convencidas de la necesidad de implementar el sistema de aseguramiento de calidad HACCP con el objetivo de contar con una garantía de calidad para sus productos permitiéndole operar con efectividad y competitividad, y así, una vez, se lleven estos productos a la comercialización poder permanecer en el mercado y afianzar su posición dentro de éste.

El presente trabajo, ha tenido la finalidad de estudiar el procesamiento del chicharrón de pescado, no solo desde el punto de vista tecnológico, sino todo lo relacionado con el manejo de la materia prima y la pulpa, junto con la descripción de las características organolépticas, físico-químicas, alimenticias, riesgos y puntos críticos de control durante todas las fases de la elaboración y los ajustes necesarios para lograr productos de buena calidad, sin olvidar los aspectos relacionados con costos de producción y precios de venta.

5. METODOLOGÍA

5.1 FORMULACION DE HIPÓTESIS

5.1.1 Hipótesis nula (H₀). Mediante la aplicación de tecnologías y técnicas existentes no es posible formular y elaborar un producto pesquero tipo chicharrón para consumo humano con diferentes especies ícticas sin que hayan diferencias apreciables en su características físicas organolépticas y del grado de expansión y crocantez entre ellas y de ellas con otros productos similares comerciales tipo snack.

5.1.2 Hipótesis alterna (H_a). Mediante la aplicación de tecnologías y técnicas existentes es posible formular y elaborar un producto pesquero tipo chicharrón para consumo humano con diferentes especies ícticas sin que hayan diferencias apreciables en su características físicas, organolépticas y del grado de expansión y crocantez entre ellas y de ellas con otros productos similares comerciales tipo snack.

5.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Las variables que se tuvieron en cuenta en este estudio son:

- Variable independiente: especies ícticas.
- Variables dependientes: calidad de chicharrón de pescado
- Definición nominal: especie íctica.
- Definición operacional (Cuadro 1).

Cuadro 1. Definición operacional de la variable independiente.

Dimensiones	Indicadores	Índices
Característica de la materia prima (10%)	Humedad / Grasas (5%)	< Valor adecuado
	Humedad / Proteínas (5%)	> Valor adecuado
Características del producto terminado (25%)	Balance de humedad (10%)	< Valor adecuado
	Humedad / Grasas (10%)	> Valor adecuado
	Grasas / Proteínas (5%)	< Valor adecuado
Calificación organoléptica del producto frito (25%)	Olor (5%)	Proceso estadístico (% de test hedónico)
	Color (5%)	
	Sabor (5%)	
	Crocantez (10%)	
Rendimiento de materia prima a producto terminado (10%)	Rendimiento	Porcentaje
Costos de producción (30%)	Costo del producto terminado	\$ / Kg
Total 100 %		

5.3 TIPO DE ESTUDIO.

La presente investigación es de carácter cualitativo y cuantitativo ya que se elaboró y evaluó microbiológica, bromatológica y organolépticamente un producto de fritura, denominado genéricamente “chicharrón de pescado” procesado a partir de pulpas de Macabí *Elops saurus*, Cojinoa *Caranx crysos*, Bonito *Euthynnus alletteratus*, Lisa *Mugil incilis*, Ojogordo *Selar crumenophthalmus* y Machuelo *Opisthonema oglinum*.

5.4 DETERMINACIÓN DEL ÁREA GEOGRÁFICA Y DURACIÓN DEL ESTUDIO.

5.4.1. Localización del área de estudio. El presente trabajo se realizó, en su mayor parte, en el Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga, ubicado en el corregimiento de Taganga a 3.5 Km al norte del Distrito Turístico, Cultural e Histórico de Santa Marta, Departamento del Magdalena, Colombia. Algunos trabajos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Química, sede central de la Universidad del Magdalena.

5.4.2 Duración estimada La presente investigación se efectuó durante un período aproximado de ocho meses, contado a partir de la aprobación del proyecto, hasta la discusión de resultados y elaboración del informe final.

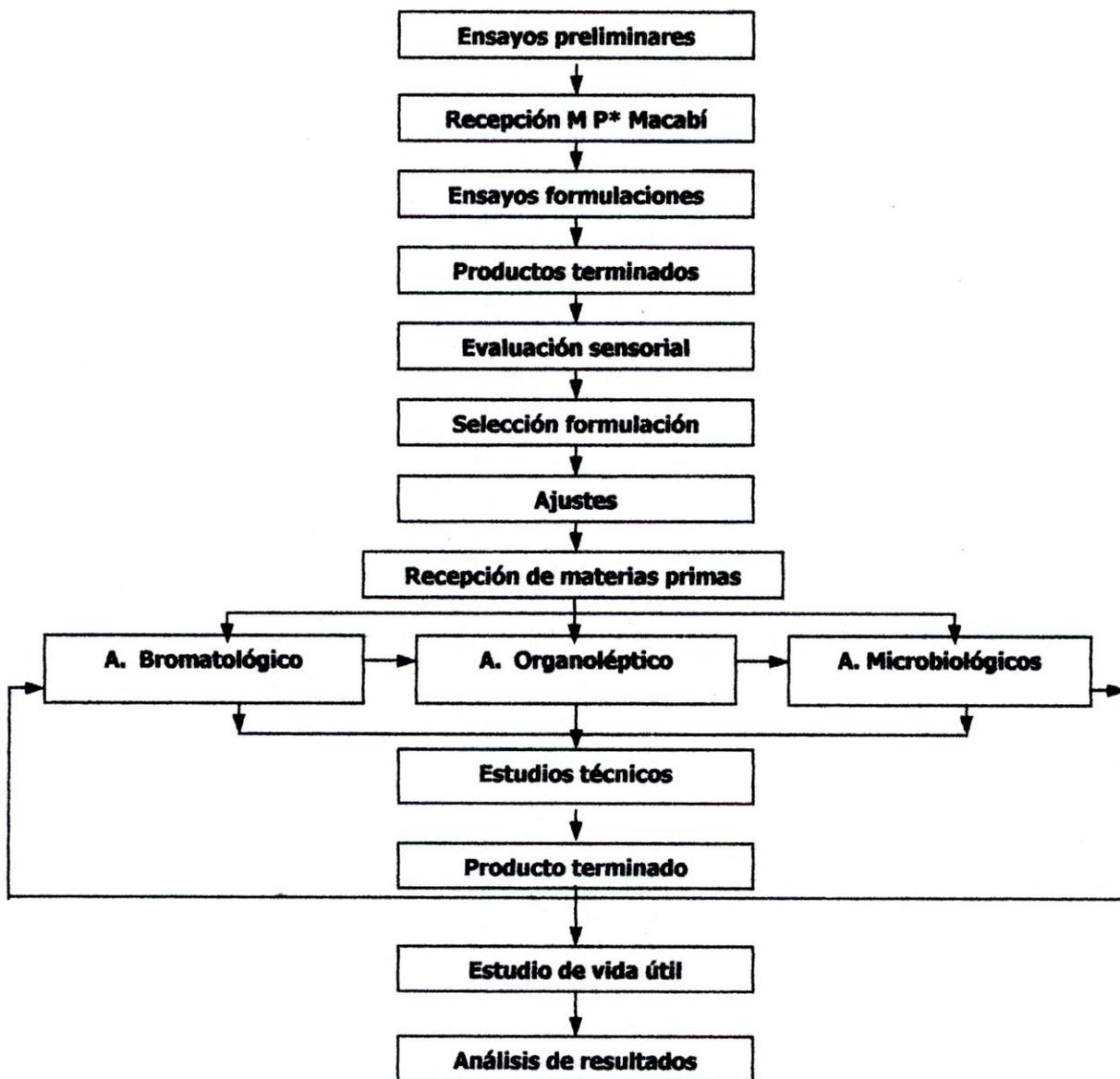
5.4.3. Recolección de la información.

- **Primaria.** Se obtuvo directamente durante el desarrollo de la investigación a través de cada una de las etapas de los procesos, y mediante los análisis de laboratorio, se evaluaron tanto la materia prima como los productos terminados.
- **Secundaria.** Se obtuvo mediante la búsqueda bibliográfica relacionada con el tema propuesto, y a través de consultas personales a profesionales especializados.

5.5 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL ESTUDIO.

Las etapas que se siguieron para la realización del presente estudio, se presentan en la Figura 8.

A continuación se describen las etapas de este diagrama:

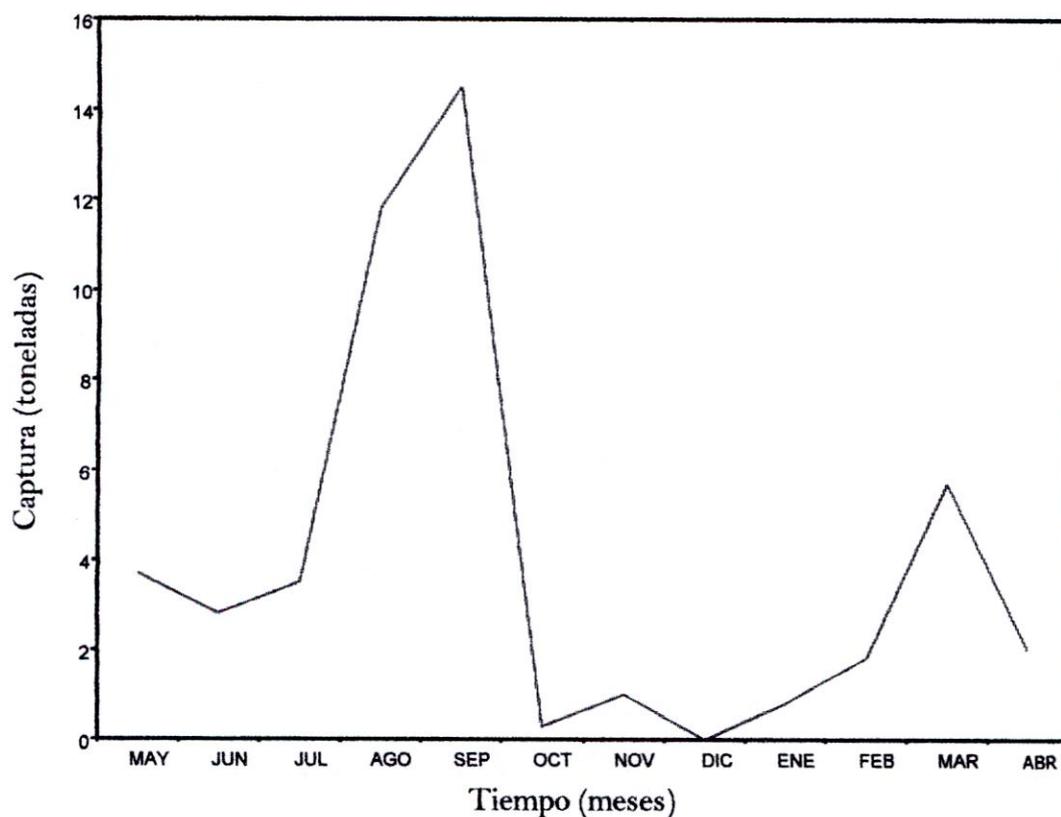


MP*: Materia prima

Figura 8. Diagrama de flujo general para la formulación y elaboración del chicharrón de pescado.

5.5.1 Ensayos preliminares. Se basaron en la utilización de la especie ficticia Macabí *Elops saurus*, por considerarse una de las de mayor frecuencia en las capturas de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM); que en la actualidad las comunidades de esta área la utilizan en la obtención de pulpa no tratada de baja calidad para su autoconsumo. De otra parte, es una materia prima que en estado fresco no es muy apetecida por la cantidad de espinas presentes en su anatomía, considerándose una especie subvalorada comercialmente. Además, el CPPPT de la Universidad del Magdalena, posee una amplia experiencia en estudios e investigaciones sobre la elaboración de diversos productos pesqueros, utilizando como materia prima pulpa de Macabí *Elops saurus*, y otras especies, con resultados interesantes y prometedores.

Elops saurus presenta picos de abundancia en determinados meses del año (Agosto–Septiembre), durante los cuales garantiza suficiente materia prima para suplir el déficit de los meses en los cuales su captura es baja, ver Figura 9.



Fuente: INPA – CIID – UNIMAG.1993.

Figura 9 . Comportamiento estacional del Macabí *Elops saurus*

5.5.2 Recepción de materia prima para los ensayos preliminares. El Macabí *Elops saurus*, se adquirió en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), como pulpa congelada y empacada en bolsas de polietileno (plástico), en presentaciones de 2500 g. Al llegar a la planta se le realizó pesaje para confirmar el peso de cada bolsa, almacenándolas a temperatura de congelación (-18 °C) para su posterior proceso. Además, se le practicó un breve control de calidad con base en un test de análisis organoléptico para pescado congelado.

Durante la evaluación de la muestra de pescado congelado, se procedió de la siguiente manera: se cortó una sección de aproximadamente 200 g; que fue descongelada en una bolsa de plástico herméticamente cerrada, sumergida en agua a temperaturas entre 20 y 25 °C durante 2 horas; o colocándola en frascos de vidrio con tapa y conservándola en refrigeración hasta el día siguiente para su evaluación respectiva. Finalmente, se realizó la prueba de cocción en frascos de vidrio con tapa, colocados en una olla a vapor durante 20 minutos. Una vez terminada la prueba, se evaluaron las condiciones de olor, color, textura, sabor, apariencia y la cantidad y características del exudado, tomándose los indicadores y valores referenciados en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Sistema de evaluación sensorial para pescado fresco

PARAMETROS CARACTERISTICAS A EVALUAR		CATEGORIAS DE CALIDAD								
		I			II			III		
		ESCALA NUMERICO DESCRIPTIVA								
		Superior 9	Muy Bueno 8	Bueno 7	Aceptable 6	Regular 5	Limite Cons.Hum 4	Deficiente 3	Malo 2	Muy malo 1
I N S E C C A C D I O N C R E U X B R A N Q U I A S O L O R A C O R	APARIENCIA GRAL.	Muy brillante e iridiscente color propio Escamas firmemente adheridas. Mucus abundante y transparente	Muy brillante e iridiscente color propio Escamas firmemente adheridas. Mucus normal y transparente	Ligeramente menor brillo color propio Escamas firmemente adheridas. poco mucus ligero opalescente	Ligeramente menor brillo color propio Escamas bien adheridas. Poco mucus ligero opalescente.	Poco brillante color aún propio algo opaco. Escamas adheridas. Mucus opaco.	Sin brillo, color algo opaco. Escamas se salen con facilidad Mucus opaco.	Empañadas decoloradas escamas se salen fácilmente. Mucus lechoso y opaco.	Sin brillo, rota decolorada. Escamas se salen fácilmente. Mucus alterado amarillento.	Totalmente sin brillo rota decolorada. Sin escamas. Mucus alterado, amarillento (*)
	Ojos	Convexos(Muy Prominentes, cornea transparente) pupila negra y brillante.	Convexos(Prominentes, cornea transparente) pupila negra y brillante.	Convexos. Cornea transparente. Pupila algo nubosa.	Convexos. Cornea aún transparente. Pupila algo nubosa	Algo planos cornea opaca Pupila negra empañada.	Plano cornea opaca pupila opaca.	Planos, cornea opalescente pupila opaca.	Concavo (hundido) Cornea lechosa, pardo sucia.	Concavo (hundido) Cornea muy lechosa pardo sucia (*)
	TEXTURA GRAL.	Muy firme elástica al tacto flexible.	firme elástica al tacto flexible.	Contraída, dura rígida, inflexible	Aún contraída, dura rígida, inflexible	No muy firme menos elásticas	No firme menos elástica	Blanda (flácida) magullado miomeros se separan	Blanda, flácida miomeros separados pastosa.	Muy blanda, flácida miomeros separados pastosa (*)
	OPERCULOS	Muy bien adheridos al cuerpo húmedo, libre de manchas	bien adheridos al cuerpo húmedo, libre de manchas	Adheridos al cuerpo ligero hundidos color propio	Adheridos al cuerpo ligero hundidos color propio	Ligero abiertos, secos decolorados	Ligero abiertos, secos decolorados.	Abiertos decolorados.	Abierto, decolorados	Totalmente abiertos. Totalmente decolorados (*)
	BRANQUIAS									
	Olor	Muy fresco a algas marinas	fresco a algas marinas	Neutro ligero a pescado	Aún neutro ligero a pescado	Ligero ácido a pescado.	Ligeramente ácido a pescado	Desagradable ácido.	Desagradable repulsivo.	Muy desagradable repulsivo (*)
	Color	Rojo brillante intenso Mucus abundante y transparente.	Rojo brillante, Mucus abundante y transparente.	Rojo menos brillante. Mucus ligero opalescente.	Rojo aún brillante Mucus ligero opalescente.	Decoloración rojo grisáceo - mucus ligero opaco.	Decoloradas color grisáceo- mucus opaco.	Decoloradas, grisáceo oscuro. Mucus opaco lechoso turbio.	Decoloradas, marrón-grisáceo mucus amarillento	Totalmente decoloradas- marrón-grisáceo, mucus amarillento (*)
VIENTRE	Muy firme, entero	Firme, entero	Firme, integro	Aún firme, integro	Ligero blando	Blando	Blando flácido ulcerado.	Flácido y/o perforado.	Muy flácido y/o perforado (*)	
Poros Anal	Bien cerrado	cerrado	Cerrado	Cerrado	Ligero abierto	Ligero abierto	Abierto	Abierto.	Totalmente abierto (*)	

FUENTE: Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. Laboratorio de Análisis Sensorial. Callao, Perú, 1998

I N S P E C T A I D O N C R U I D N O T E R A	(FILETE) Olor	Muy fresco a algas marinas.	Fresco a algas marinas.	Neutro a la especie	Aún neutro a la especie.	Propio ligero a pasado	Ligero a pasado	Desagradable a pasado.
	Apariencia	Superficie de corte muy lisa, uniforme.	Superficie de corte lisa, uniforme.	Lisa, uniforme	Se mantiene lisa, uniforme	Aterciopelada algo uniforme.	Superficie algo surcada no uniforme.	Superficie surcada.
	Color	Muy brillante, translucido uniforme	Brillante, traslúcido uniforme	Brillante opalescente.	Brillante opalescente.	Ligero, opaco	Ligero, opaco.	Opaco, decolorado
	Textura	Muy firme elástica flexible.	Firme elástica flexible	Contraída, rígida inflexible	Aún contraída, rígida inflexible	Ligeramente menos elástica.	Algo blanda, miomeros resquebrajados.	Blanda miomeros resquebrajados, magulladuras.
	PERITONEO	Adherido completamente a la carne, muy liso, brillante.	Adherido a la carne liso, brillante.	Adherido a la carne, menos liso y brillante.	Menos adheridos a la carne, menos liso y brillante	Ligeramente adherido, algo brillante	Se espera de la carne sin brillo	Se separa de la carne rasgado, opaco
	VISCERAS Olor	Muy fresco, propio.	Fresco, propio	Neutro ligero a pescado	Aún neutro, a pescado	A pescado, ligero ácido.	A pescado, ácido.	Desgradable, ácido, rancio, ligero sulfuroso, agrio
	Apariencia	Intactas muy bien diferenciadas muy firmes brillantes.	Intactas bien diferenciadas, firmes, brillantes.	Intactas diferenciadas, firmes, brillantes.	Intactas menos diferenciadas firmes lisas ligero brillantes.	Aún diferenciadas, algo firmes, lisas y sin brillo.	Poco diferenciadas, algo firmes, lisa y sin brillo	Alteradas, poco diferenciadas, opacas. Presencia de secreción sanguinolenta.
	HIGADO	Marrón, brillante.	Marrón rojizo.	Ligero decolorado	Ligero decolorado	Algo decolorado.	Decolorado.	Decolorado, turbio
	ESTOMAGO E INTESTINOS	Muy diferenciados no decolorados.	Diferenciados no decolorados.	Diferenciados no decolorados	Diferenciados ligero decolorados.	Aún diferenciados pero decolorados.	Poco diferenciados y decolorada.	No diferenciados y marcadamente decolorados.
PARED ABDOMINAL	Intacta, muy firme, lisa muy brillante.	Intactas, firme, lisa, brillante.	Intacta menos firme lisa no decolorado	Intactas menos firme, lisa ligeramente decolorado	Algo firme, lisa y brillante ligeramente decoloración	No firme y opaca decolorada.	Blanda sin brillo decolorada.	

Viene...

P E S C A D O C O C I D O	Musculo (FILETE)	Fresco, muy agradable.	Fresco, agradable	Neutro, agradable	Aún neutro, agradable	Ligero a pescado.	A pescado, intenso	Desagradable a pescado muy intenso	Desagradable, amoniacal pútrido.	Muy desagradable amoniacal totalmente pútrido (*)
	Olor									
	Apariencia	Superficie de corte muy uniforme miomeros juntos	Superficie de corte uniforme miomeros juntos	Buena, uniforme, miomeros juntos.	Buena, uniforme, miomero aún juntos.	Regular, miomeros se separan	Regular, miomeros separados	Mala paquetes musculares separados	Mala el músculo se deshace.	Muy mala el músculo se deshace (*)
	Color	Tono claro, ligeramente coloreado	Tono claro, ligeramente coloreado	Color natural, ligeros, se colorea	Color natural, ligero, se colorea	Decoloración importante	Decoloración importante	Decoloración intensa a tonos oscuros.	Decoloración intensa trozos, oscuros.	Decoloración muy intensa trozos muy oscuros (*)
	Textura	Muy jugoso, tierno suave	Jugoso, tierno suave	Jugoso, tierno suave	Jugoso, tierno aún suave.	Algo jugoso, tierno lig. Pastoso.	Poco seco correoso, ligero blando	Seco, correoso blando, pastoso.	Seco duro, correosos blando, pastoso.	Muy seco duro correoso blando, pastoso (*)
	Sabor	Muy agradable, intenso	Agradable, intenso	Agradable, bueno	Ligero, agradable, a pescado lig. rancio	Ligero, agradable a pescado lig. rancio	Aún agradable, a pescado ligero rancio	Desagradable fuerte, a pasado lig. amargo.	Desagradable nauseabundo	Muy desagradable nauseabundo

(*) O algún estado de deterioro más avanzado.

Fuente : Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. Laboratorio de Análisis Sensorial. Callao, Perú, 1998.

Cuadro 3. Sistema de clasificación y puntuación para la evaluación de calidad de pescado fresco.

CATEGORIAS DE CALIDAD			ESCALA		
		DENOMINACIÓN	DESCRIPCION		PUNTAJE
Aceptable (Apto)	I	Superior (Buena calidad)	Superior	No puede ser mejor	9
			Muy buena	De olor, apariencia y textura muy fresca	8
			Buena	De olor, apariencia y textura fresca	7
	II	Media (baja calidad)	Aceptable	Sin fallas importantes, ligero olor rancio o a pasado	6
			Regular	Moderadamente alterado y con olor	5
			Límite para consumo Humano	Con fallas importantes, pero aún aceptable, olor rancio pero no pútrido	4
Rechazo (No apto)	III	Inferior (No Comerciable)	Deficiente	No aceptable para consumo humano, muchas fallas importante con olor/sabor amoniacado	3
			malo	No aceptable para consumo humano, muchas fallas con olor desagradable:muy rancio, agrio a pescado	2
			Muy malo	No puede ser peor, olor repelente, ácido, nauseabundo fermentado fétido a H ₂ S meta mercaptano dimetil sulfuro	1

Fuente : Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. Laboratorio de Análisis Sensorial. Callao, Perú, 1998

Cuadro 4. Escala para determinación de categorías de calidad para pescado fresco

Calificación	Puntaje
Superior	207-185
Muy buena	184-162
Buena	161-139
Aceptable	138-116
Regular	115-162
LIMITE COMSUMO HUMANO	92-70
Deficiente	69-47
Mala	46-24
Muy mala	23 ó menos

** Tomada en consideración 23 características y puntuación del Cuadro 2.

Fuente :Instituto Tecnológico Pesquero del Perú Laboratorio de análisis sensorial. Callao, Perú, 1998.

5.5.3 Ensayos de formulaciones. Para la elaboración del chicharrón de pescado, se utilizaron diferentes formulaciones basadas en los informes de ensayos realizados en otros países y en el CPPPT (Universidad del Magdalena), manteniendo fijas las cantidades porcentuales de sal, hielo y polvo para hornear, mientras que se modificaron los porcentajes de pulpa de pescado y fécula de maíz comercial (Maizena).

Basado en el comportamiento de la mezcla durante las fases de cocción, corte y secado, se pudo establecer un marco de referencia de las formulaciones a evaluar; además, de tener en cuenta el rendimiento durante el proceso.

5.5.4 Productos terminados de los ensayos preliminares (láminas secas).

Constatadas las formulaciones de mejor comportamiento durante las fases mencionadas, y de acuerdo al rendimiento, los chicharrones obtenidos se sometieron a un proceso de fritura con aceite vegetal a temperaturas entre 180 y 200 °C, analizándose con posterioridad las características intrínsecas del producto.

5.5.5 Evaluación sensorial. Las láminas fritas obtenidas a partir de las formulaciones escogidas, se evaluaron sensorialmente, teniendo en cuenta las condiciones de olor, sabor, color, apariencia, especialmente la determinación subjetiva de la expansión y crocantez.

5.5.6 Selección de formulación. De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis sensorial se escogió una formulación base (pulpa de pescado 100 g, fécula

de maíz 65 g, polvo para hornear 4 g, hielo 65 g y sal de cocina 2 g), para llevar a cabo el desarrollo de los estudios técnicos (Cuadro5).

5.5.7 Ajustes. Durante los ensayos se consideró la necesidad de realizar algunos cambios en ciertas etapas con el fin de cualificar el proceso, en cuanto a facilitar su elaboración y mejorar la calidad del producto final, entre ellos: a.) el orden de adición de los ingredientes en el cutter para el homogeneizado y de manera especial el evitar la formación de grumos durante éste; b.) en el moldeado se utilizó una embutidora manual ensayando diferentes diámetros y tipos de fundas; se probaron dos formas de moldeo: en la primera, extendiendo la mezcla en forma láminar con espesor de 1.5 cm, aproximadamente; la segunda, tomando la forma tubular de la funda. También se experimentaron diferentes longitudes para cada forma de moldeo. El fundamento en estas pruebas de moldeo fue facilitar la cocción en forma lenta hasta alcanzar la temperatura deseada para atenuar la acción del agente expansivo, es decir, el polvo para hornear; c.) durante la cocción también se requirió ajustar la velocidad de esta, de acuerdo con la cantidad de vapor y su temperatura; asimismo, se realizaron ajustes en el corte, obteniendo láminas con diferentes espesores, buscando con ello facilitar la operación de secado, para el cual se utilizaron dos métodos: el secado natural (al sol) y el secado artificial (en horno secador eléctrico).

Con el fin de analizar, la capacidad de expansión y crocantez de las hojuelas secas, se fritaron calentando el aceite vegetal a diferentes temperaturas: baja, media y alta.

La presentación del producto final se realizó de dos formas : en hojuelas secas y en hojuelas fritas. Empacado el producto en sus dos presentaciones se almacenó a temperatura ambiente para someterlo a la prueba de anaquel.

5.5.8 Recepción de las materias primas pesqueras para el estudio técnico

Además del Macabí *Elops saurus*, se escogieron como materias primas las especies ícticas de bajo valor comercial: Lisa *Mugil incilis* y Machuelo *Opisthonema oglinum*. También se utilizaron especies comerciales como el Bonito *Euthynnus alletteratus*, Cojinoa *Caranx crysos* y Ojogordo *Selar crumenophthalmus*. Los cuales fueron adquiridas de los pescadores en la bahía de Taganga los que las trasladaron hasta el CPPPT en estado fresco.

5.5.9 Análisis organoléptico.

Basado en características organolépticas como el olor, textura, color y características externas del pescado, la materia prima fresca, fue analizada tomándose los valores referenciados en los Cuadros 2,3 y 4 .

5.5.10 Análisis bromatológico. Para determinar la composición bromatológica parcial del pescado, se aplicaron métodos técnicos estándares:

Humedad, en estufa con aire por convección, a 105 °C, durante 4 horas; proteína, por el método micro kjeldhal. estandarizado; cenizas por calcinación en horno mufla a 550 °C, durante 4 horas, según los métodos oficiales de la A.O.A.C.(Association Official Analytical Chemist), 1980 y grasa, por el método de Howard.

5.5.11 Análisis microbiológicos. Los análisis de la materia prima se efectuaron de acuerdo a las metodologías recomendadas por instituciones internacionales americanas o europeas, pasando a ser metodologías oficiales y aceptadas por INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia para Medicinas y Alimentos) e ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas) responsables de vigilar la calidad de los alimentos y la salud de sus pobladores (ICMSF,1988).

5.5.11.1 Recuento total de microorganismos aerobios mesófilos en músculo de pescado.

Recuento en placa

Medio de dilución : Agua peptonada alcalina

Medio de cultivo : Agar Plate Count

Temperatura de incubación : 35 °C ± 2 °C por 48 horas

5.5.11.2 Determinación de bacterias Coliformes totales y fecales en músculo de pescado.

Técnica del Número Más Probable NMP(tres series de tres tubos por dilución)

Medio de cultivo : Caldo Lactosa Bilis Verde Brillante (Brilla)
Agar Eosina Azul de Metileno (E.M.B.)

Temperatura de incubación : 35 °C ± 2 °C por 24 - 48 horas.

Lectura en la Tabla de McCrady.

5.5.11.3 Recuento de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva en músculo de pescado.

Medio de cultivo : Agar Baird Parker

Temperatura de incubación : 35 °C + 2 °C durante 30-48 horas

Prueba de la coagulasa :

Caldo de Infusión Cerebro- Corazón (BHI)en músculo.

: Plasma deshidratado de conejo
Temperatura de incubación : 35 °C + 2 °C durante 18 a 24 horas.

5.5.11.4 Recuento de esporas *Clostridium* sulfito reductor en músculo de pescado.

Medio de cultivo : Agar Sulfito Polimixina Sulfadiazina, SPS

Temperatura de incubación : 35 °C + 2 °C por 3 - 5 días.

5.5.11.5 Identificación de *Salmonella spp* en músculo de pescado.

Pre-enriquecimiento no selectivo:

Medio de cultivo : Caldo Lactosado

Temperatura de incubación : 35 °C + 2 °C durante 24 horas

- *Enriquecimiento selectivo:*

Medio de cultivo : Caldo Selenito - cistina

Caldo tetrionato

Agar Verde Brillante Lactosa Sacarosa (BPLS)

Pruebas bioquímicas.

5.5.12 Estudios técnicos. Se elaboraron productos pesqueros tipo “chicharrón”, a partir de la pulpa de cada una de las seis especies escogidas, aplicando la metodología adaptada y ajustada a través de los ensayos preliminares, utilizando la formulación seleccionada (pulpa de pescado 100 g, fécula de maíz 65 g, polvo para hornear 4 g, hielo 65 g y sal de cocina 2 g).

5.5.13 Productos terminados. Se presentaron como láminas secas obtenidas a partir de la pulpa de cada una de las especies pesqueras, empacadas en bolsas de polietileno (PE), a las cuales posteriormente se les practicó su respectiva prueba de fritura con aceite a alta temperatura para evaluar la calidad final del producto listo para consumir.

5.5.14 Análisis organoléptico de los productos terminados. Las láminas secas se evaluaron sensorialmente teniendo en cuenta las características de color, olor y textura de acuerdo a una escala cuyo valor óptimo es cinco (5) y el valor descartable igual a uno (1), utilizando para ello un panel de quince (15) personas entrenadas (profesores y estudiantes).

El grado de aceptabilidad de los diferentes productos terminados (después de fritura) se evaluó mediante el test Hedónico con un panel de veintiocho (28) personas no entrenadas (profesores y estudiantes).

Los resultados de la prueba hedónica aplicada a los chicharrones de pescado después de fritura sirvieron para evaluar las condiciones de olor, sabor, color y crocantez.

5.5.15 Análisis bromatológico de los productos terminados Se efectuaron las pruebas de composición bromatológica a las hojuelas secas, según lo descrito en los análisis realizados para la materia prima.

5.5.16 Análisis microbiológicos de los productos terminados. Se realizaron los análisis microbiológicos a cada uno de los productos terminados, teniendo en cuenta que es un producto pesquero deshidratado. Los análisis realizados además de los descritos anteriormente en el numeral 5.5.11, fueron:

5.5.16.1 Recuento de hongos y levaduras.

Recuento en placa

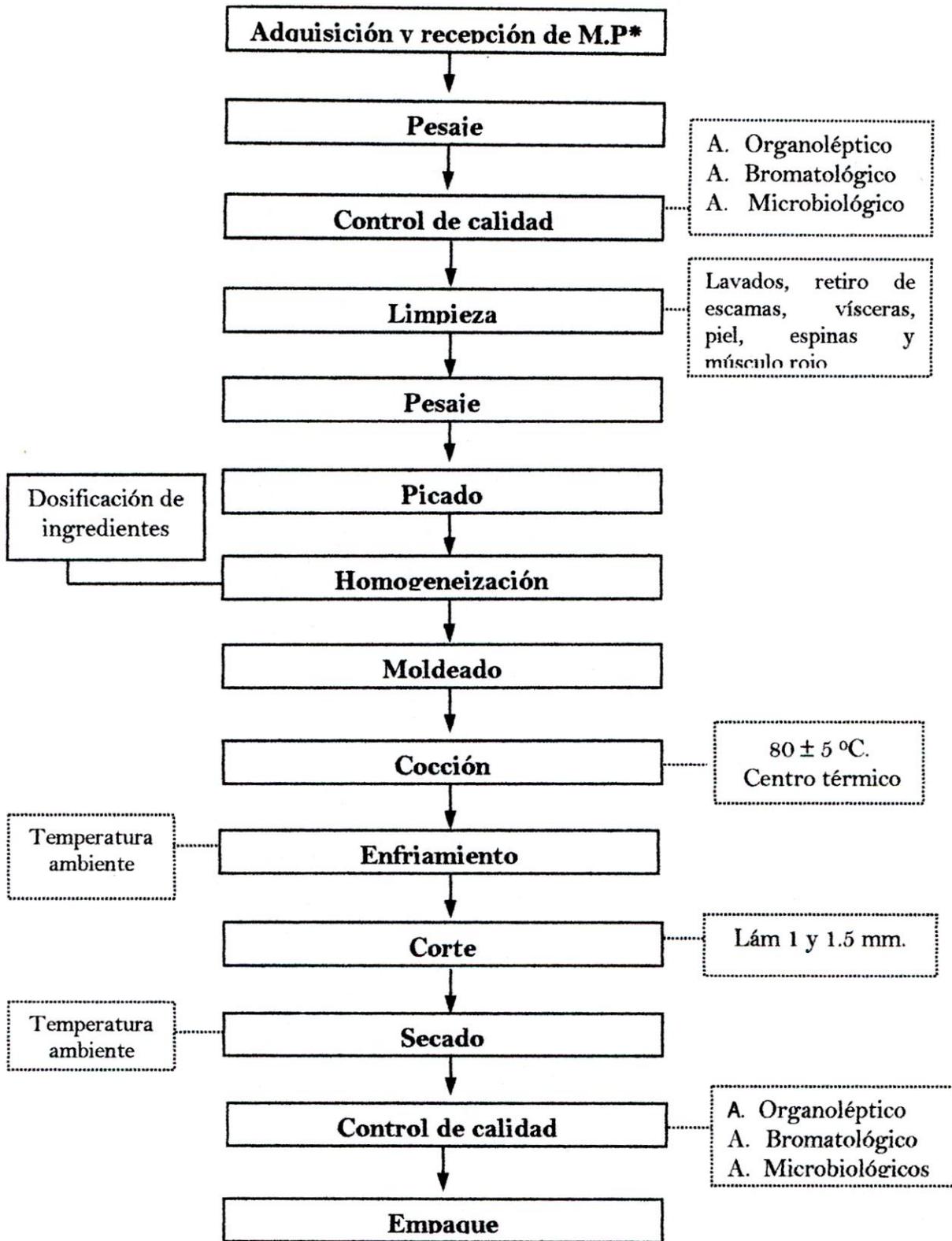
Medio de cultivo : Agar Oxitetraciclina Glucosa Extracto de
Levadura (OGY)

Temperatura de incubación : 22 a 25 °C de 5 - 7 días.

5.5.17 Vida útil o prueba de anaquel. Una vez empacadas en bolsas de polietileno (plástico) las láminas secas de los diferentes productos obtenidos se colocaron bajo almacenamiento a temperatura ambiente en un lugar fresco y seco para determinar su tiempo de vida útil en estas condiciones.

5.6 PROCEDIMIENTO EN LAS ETAPAS DE PRODUCCIÓN DEL CHICHARRÓN DE PESCADO DURANTE EL ESTUDIO TÉCNICO.

Para la elaboración del chicharrón de pescado durante el estudio técnico se tuvieron en cuenta las operaciones que se presentan en el diagrama de proceso (Figura 10).



MP*: Materia prima

Figura 10. Diagrama de proceso para la elaboración del chicharrón de pescado.

5.6.1 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.P.T.) para su posterior procesamiento. Las especies pesqueras Bonito *Euthynnus alletteratus*, Cojinoa *Caranx crysos*, Ojogordo *Selar crumenophthalmus* y Machuelo *Opisthonema oglinum* fueron compradas a pescadores de la Bahía de Taganga, los que la trasladaron hasta el C.P.P.P.T en estado fresco.

5.6.2 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.

5.6.3 Control de calidad en la materia prima. Se llevó a cabo con base en análisis organolépticos, tomándose los valores referenciados en los Cuadros 2, 3 y 4 (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.

5.6.4 Limpieza. Con este término se agruparon las operaciones de lavados, escamado, eviscerado y el retiro de músculo rojo, piel y espinas. Durante los lavados 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.

5.6.5 Picado de la pulpa. Se realizó en una cortadora (Cutter) marca "Hobard" con capacidad para cinco (5) litros.

5.6.6 Dosificación. En esta operación se tuvo en cuenta la formulación escogida durante los ensayos preliminares (Cuadro 5).

5.6.7 Homogeneizado. Se llevó a cabo en una cortadora "Hobard", 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:

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



Figura 11. Homogenizado

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

5.6.8 Moldeado. Se utilizó una embudidora 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 importante en esta etapa controlar la presión de embutido, tratando de obtener rollos con presión uniforme (firmes al tacto).

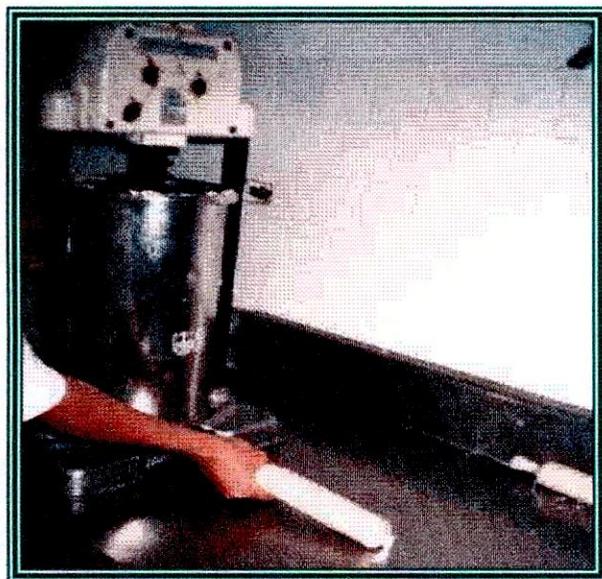


Figura 12. Moldeado (a)

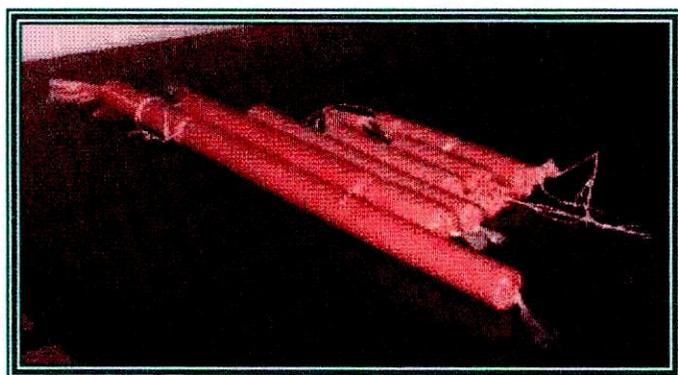


Figura 13. Moldeado (b)

5.6.9 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.

5.6.10 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.

5.6.11 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, distribuida por “Talsa ,S.A”, de Medellín, Colombia (Figura 14).

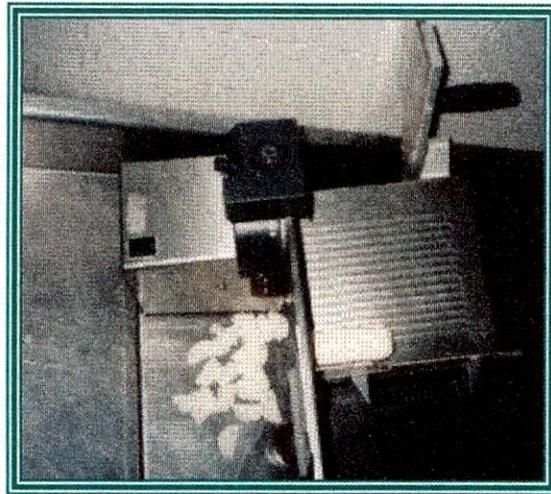


Figura 14 Corte en láminas

5.6.12 Secado. Se implementó una forma artesanal durante el secado de las láminas de producto en proceso durante el desarrollo técnico: 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, en virtud a la disminución de su contenido acuoso hasta niveles bajos, menores al 12%.

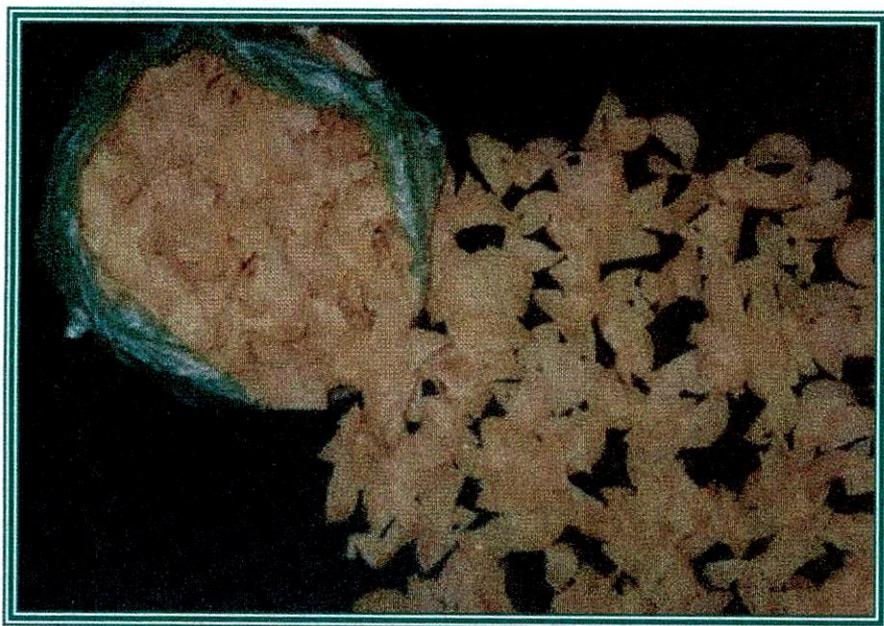


Figura 15. Secado natural

5.6.13 Control de calidad para el producto terminado. Se realizó con base en análisis organolépticos, microbiológicos y bromatológicos, tal como se describe en los numerales 5.5.14, 5.5.15 y 5.5.16 del diagrama de flujo general .

5.6.14 Empaque. Las láminas secas obtenidas con las diferentes especies pesqueras, se empacaron 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 16. Producto empacado

5.6.15 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.

5.7 ESTUDIOS PRELIMINARES DE COSTOS DE PRODUCCION.

Se llevaron a cabo para cada uno de los productos terminados, teniendo en cuenta el análisis de los costos fijos y los 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 establecidos de acuerdo a:

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

Donde:

PVP = Precio de venta al público

CP = Costos de Producción

FOB = Free on Board (franco a bordo).

25% CP = Utilidad

5.8 APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS GENERALES DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD HACCP.

Durante la elaboración del chicharrón de pescado se tuvo en cuenta los pasos descritos en la Figura 10, aplicando los principios fundamentales del programa de aseguramiento de la calidad Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP), en cada una de las etapas del proceso.

6 RESULTADOS Y DISCUSION.

6.1 ENSAYOS PRELIMINARES.

6.1.1 Recepción de la pulpa de Macabí *Elops saurus* y su control de calidad. Teniendo en cuenta que esta pulpa se adquirió congelada, el control de calidad se hizo con base en un breve análisis organoléptico para pescado congelado. Se constató las condiciones de frescura de la materia prima siguiendo la técnica utilizada para evaluar muestras de pescado congelado descrita en el numeral 5.3.2, tomando los indicadores y valores referenciados en el Cuadro 2 .

El valor del índice de frescura obtenido para la pulpa en el ensayo fue siete (7) con características de olor, apariencia y textura fresca., correspondiente a la escala de denominación Buena y Categoría Calidad I.

Cabe aclarar que el proceso de congelación enmascara las características de olor, color y textura en las diferentes partes de un pescado, por lo tanto no es

recomendable valorar una muestra de pescado congelado tomando como indicadores las características para pescado fresco sino las de pescado cocido. (ITP,1998)

6.1.2 Formulación seleccionada para los ensayos técnicos. Al evaluar sensorialmente los productos terminados (láminas secas), obtenidos de los ensayos preliminares, observando después de fritura las condiciones de olor, color, sabor y, especialmente, su grado de expansión y crocantez, se escogió la formulación presentada en el Cuadro 5.

Cuadro 5. 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: autores.

6.2 AJUSTES.

Una vez realizados los ensayos preliminares, se hizo necesario efectuar algunos ajustes durante el proceso, con el fin de establecer ciertos parámetros de calidad que permitan obtener un alimento de alto valor nutritivo, menor costo y buena aceptabilidad.

En el homogeneizado se estableció que el orden de entrada de los ingredientes en la cortadora (Cutter) debería ser:

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

El hielo se adiciona a través de todo el proceso a fin de mantener la temperatura de la pasta entre 5 y 8 °C.

De las formas de moldeo ensayadas, se consideró que la forma tubular proporcionada por la funda de polietileno (plástico) de 55 mm de diámetro,

ofrecía una mejor manipulación del producto en proceso y condiciones de facilidad durante la cocción lenta para alcanzar la temperatura deseada (75–85 °C).

Durante el corte se determinó que el espesor de la lámina entre 1.0 y 1.5 mm es el más adecuado para la operación de secado y que permite buena expansión al momento de la fritura.

Para llevar a cabo la operación de secado, se optó por escoger el método natural (al sol) y así aprovechar la energía solar que no tiene costo alguno.

Finalmente se estableció que las temperaturas entre 180 y 200 °C, permiten obtener una buena expansión de las láminas al contacto brusco con el aceite caliente; además, de obtener un producto comestible crocante y suave.

Al seleccionar el tipo de presentación final, se tuvo en cuenta la estabilidad del alimento terminado (antes de la fritura) empacado en bolsas plásticas de polietileno (PE) de alta densidad y almacenado a temperatura ambiente en lugar fresco y seco. La presentación en láminas secas muestra mayor estabilidad frente a la absorción de humedad y al deterioro enzimático y microbiano; no

exige el uso de empaques costosos, tal como se constató durante los ensayos técnicos.

Vale la pena anotar que la presentación láminas fritas del producto pesquero tipo chicharrón requiere de empaques que no permitan la permeabilidad hacia el interior, como los multicapas y laminados, utilizados para productos tipo snack (chitos, boliqueso, gudiz, etc), que por lo general son costosos.

6.3 ESTUDIOS TÉCNICOS.

6.3.1 Control de calidad de las materias primas.

6.3.1.1 Análisis organoléptico. Siguiendo la metodología resumida en los Cuadros 2,3 y 4. (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.

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 6 presenta la calificación organoléptica obtenida para cada especie íctica.

Cuadro 6. 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: autores.

Es importante anotar, que la pérdida de “frescura” en un pescado, está íntimamente 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 enzimático ni microbiano. 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.

En el Cuadro 7, se resumen algunos de los factores que afectan el tiempo de rigor mortis en el pescado.

**Cuadro 7. Algunos factores que afectan el tiempo de rigor mortis en el
pescado**

Factor	Condición	Tiempo de Rigor
Especie	Migratoria (Músculo rojo)	Corto
	Sedentarias (Músculo Blanco)	Largo
Tamaño	Pequeño	Corto
	Grande	Largo
Condición física	Cansado o agotado	Corto
	No agotado	Largo
Temperatura	Alta	Corto
	Baja	Largo
Aparejo de pesca	Trasmallo, cerco, arrastre y palangres	Corto
	Red trampa, masa o línea de mano	Largo

Fuente: Datos compilados por los autores.

6.3.1.2 Análisis del contenido bromatológico. Los resultados se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. 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: autores

En el Cuadro 8 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).

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), tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Clasificación del pescado según su contenido de grasas y proteínas.

Categoría	Clase	Grasa (porcentaje)	Proteína (porcentaje)
A	Grasa baja Alta proteína	< 5	15 - 20
B	Grasa media Alta proteína	5 - 15	15 - 20
C	Grasa alta Baja proteína	> 15	< 5
D	Grasa baja Muy alta proteína	< 5	> 30
E	Grasa baja Baja proteína	< 5	< 15

Fuente: 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.

6.3.13 Análisis microbiológicos. El Cuadro 10 muestra los resultados obtenidos en las pruebas microbiológicas realizadas a las diferentes pulpas de pescado.

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 obtenido por Villada (1998), en tres muestras de pulpa de Macabí *Elops saurus*, capturada en la CGSM, tal como se presenta en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Recuento microbiológico en pulpa de “Macabí”

Microorganismo	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Recuento de aerobios mesófilos (UFC /g).	12 x 10 ⁴	12 x 10 ⁴	10 x 10 ⁵
Coliformes totales (NMP) (UFC/g).	43	43	93
Coliformes fecales (NMP) (UFC/g).	43	43	< 3
Psicrófilos (UFC/g).	11 x 10 ⁵	36 x 10 ⁵	50 x 10 ⁴
Staphylococcus (UFC/g).	-	-	< 100
Salmonella (presencia).	Negativo	Negativo	Negativo
Esporas Clostridium sulfito-reductores, (UFC/g).	< 10	< 10	< 10

Fuente: Villada M y Ospino M (1998).

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 10⁶ y 10⁸ 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 x 10⁴ 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 Cojinoa *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), la que posee 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 esta definida por los recuentos de estos microorganismos.

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 (Internacional 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 bajos los valores de Coliformes Totales y Coliformes Fecales (NMP/g). Ver Cuadro 11.

Los resultados presentados en el Cuadro 11 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 11, no es difícil asegurar que el consumo de estas especies, capturadas en la CGSM, sin tratamiento térmico previo (Seviche y otros productos, etc) implica riesgos, por lo que se debe tener sumo cuidado y una manipulación esmerada durante cualquier proceso.

Cuadro 11. Análisis microbiológicos en la pulpa obtenida de las especies utilizadas para la elaboración del chicharrón de pescado.

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

Fuente: autores.

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, siendo entonces difícil la sobrevivencia de microorganismos. Por lo tanto, bajo estas condiciones el estado microbiológico de la materia prima es controlable.

6.3.2 Rendimientos.

6.3.2.1 Desde pescado entero hasta pulpa. En el Cuadro 12 se muestran los rendimientos porcentuales de cada tipo de materia prima. 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.



Cuadro 12. Rendimiento porcentual para la obtención de pulpa de algunas especies pesqueras.

Especie	Rendimiento (g/100g)
Macabí <i>Elops saurus</i>	45.50
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	38.53
Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	36.29
Lisa <i>Mugil incilis</i>	43.05
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	37.28
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	29.49.

Fuente: autores.

En el Cuadro 12, se observa que los rendimientos en las especies Macabí *Elops saurus* y Lisa *Mugil incilis*, son mayores que los determinados en las 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*, Bonito *Euthynnus alletteratus*, Machuelo *Opisthonema oglinum* y 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.

6.3.2.2 En el proceso de elaboración del chicharrón de pescado. En el Cuadro 13 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 17.

Según los rendimientos porcentuales que se muestran en el Cuadro 13, 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.

Vale aclarar, que el rendimiento de una especie desde pescado entero hasta producto final está en relación directa al rendimiento de esa misma especie hasta pulpa.

La Figura 17 muestra el comportamiento de los rendimientos de las especies utilizadas durante el proceso de elaboración del chicharrón de pescado.

En el Cuadro 13 se puede notar que a partir del homogeneizado se produce un incremento en los rendimientos por encima del 100 %, explicable por la adición de los ingredientes, cuyos valores descienden después del secado.

Cuadro 13. 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	62.30			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: autores

*Presentación después de fritura, información adicional.

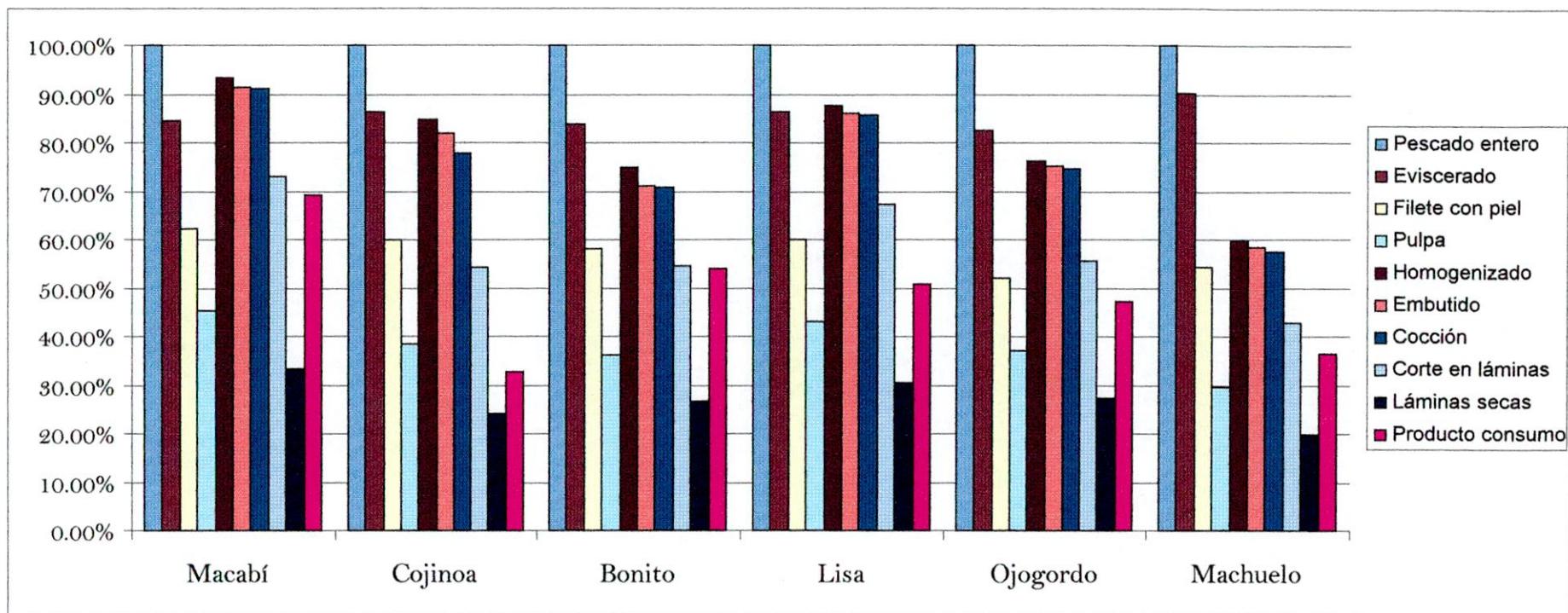


Figura 17 Rendimiento durante el proceso de elaboración de chicharrón a partir de pescado entero

6.3.3 Control de calidad de productos terminados

6.3.3.1 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 14.

Cuadro 14. Evaluación sensorial de los chicharrones de pescado presentados en láminas secas

Espece	Color	Olor	Textura	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 alletteratus</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 : autores

6.3.3.2 Resultados bromatológicos. En el Cuadro 15 y la Figura 18 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 graso, hecho que producirá beneficios dietéticos para

sus potenciales consumidores.

Cuadro 15. 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 alletteratus</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

Fuente: autores.

Los chicharrones de pescado presentan niveles satisfactorios de humedad, entre 8.50 y 9.10 g/100 g (que garantizan baja actividad de agua y, por ende, protección contra el crecimiento de microorganismos), ocurriendo textura 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 (2.05 g/100 g), pan (3.0 g/100 g), lentejas (2.50 g/100 g), arveja (3.00 g/100 g), banano (3.50 g/100 g), papa(4.0 g/100 g), yuca(1.5 g/100 g); entre otros (Pomares, J; 1998).

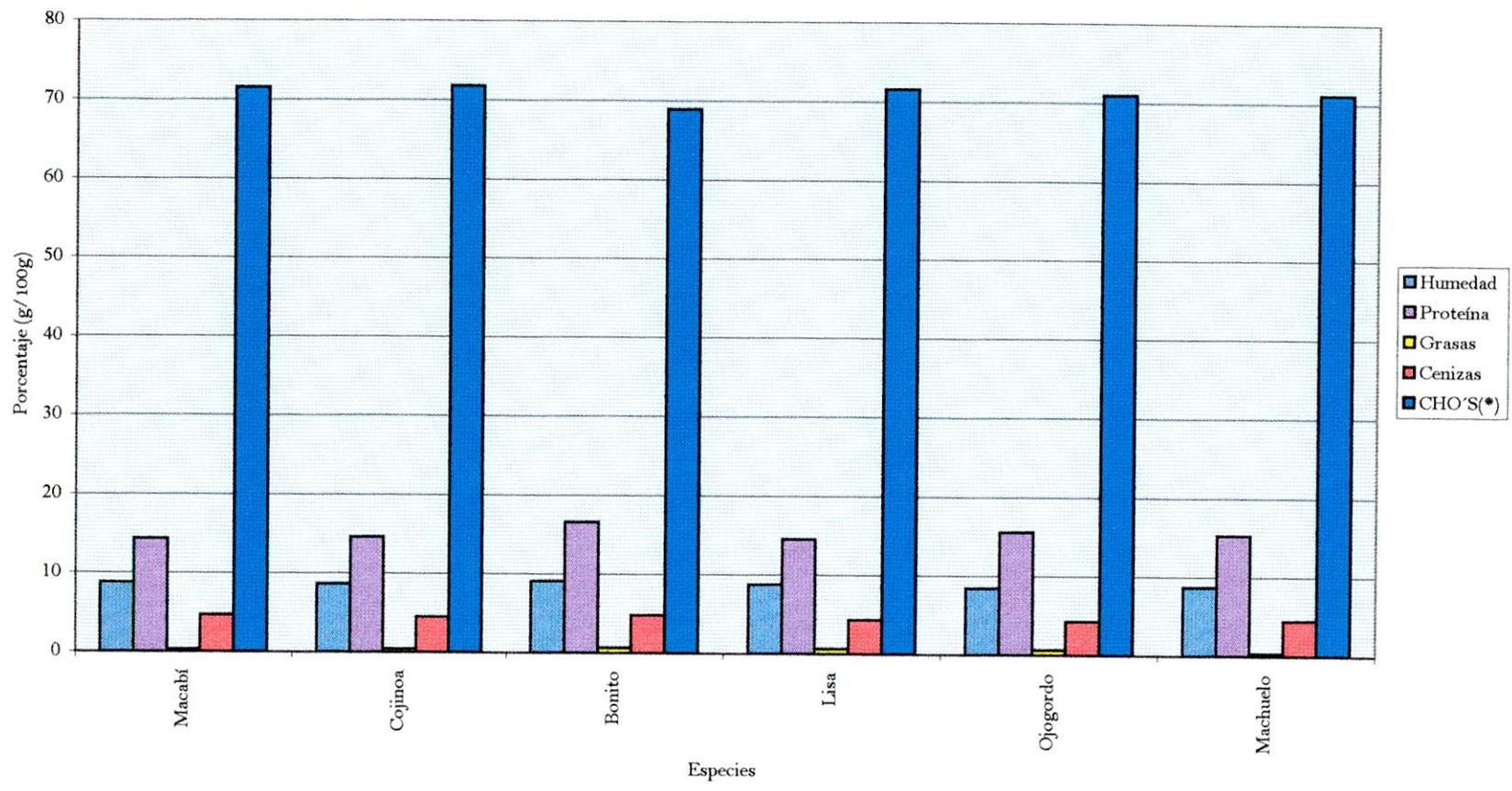


Figura 18. Variación de la composición proximal de los chicharrones de pescado

El contenido de grasa de los chicharrones de pescado, varió entre 0.33 y 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 lipo-oxidasa.

6.3.3.3 Aporte de calorías y porcentajes de macro nutrientes del chicharrón de pescado. En el Cuadro 16 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 (Cuadro 16) pero la tendencia general es que sean iguales entre sí los contenidos calóricos de los diversos chicharrones elaborados; lo que esta de acuerdo con que las materias primas pesqueras mostraran uniformidad bromatológica y, además, se utilizó la misma cantidad y distribución de ingredientes en las seis formulaciones.

6.3.3.4 Análisis microbiológicos. En el Cuadro 17 se presentan los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos realizados a los diferentes chicharrones de pescado.

Cuadro 16. Aportes de calorías de los alimentos presentes en los chicharrones de pescado.

Especies	Nutrientes	Proteínas			Grasa			Carbohidratos			Energía Total Kcal/10 0g
		Cantidad g/100 g	Energía Kcal/100g	Participación porcentual	Cantidad g/100 g	Energía Kcal/100g	Participación porcentual	Cantidad g/100 g	Energía Kcal/100g	Participación porcentual	
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 alletteratus</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: autores

Cuadro 17. Resultados microbiológico en chicharrones de pescado

Chicharrones / Análisis	Mesoaerobios (UFC/g)	Hongos y Levaduras (UFC/g)	<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	Coliformes totales (NMP/g)	Coliformes fecales (NMP/g)	Esporas Clostridium sulfito reductoras (UFC/g)	Investigación <i>Salmonella</i> s _l (presencia / 25g)
Macabí <i>Elops saurus</i>	11 x 10	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 alletteratus</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: autores.

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 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 (10^3 UFC/g), no obstante, 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".

6.3.3.5 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 Cojinoa *Caranx crysos* sólo se notó un cambio de coloración después de las cuatro semanas, mientras que en los chicharrones Lisa *Mugil incilis* y Macabí *Elops saurus*, se observó estabilidad en la coloración durante ocho semanas.

Hasta las ocho (8) 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.

6.3.3.6 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 unidades 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 Frítas, 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*) colocados después de la fritura en empaques multicapas muestran poca estabilidad en la crocantez .

6.3.4 Aceptabilidad de chicharrones de pescado. Para su evaluación se utilizó la escala de nueve (9) niveles llamada Hedónica, la cual ocupa un lugar importante en términos de su aplicabilidad para productos alimenticios. Actualmente las respuestas en este método se han establecido desde el nivel extremadamente agradable hasta el extremadamente desagradable (Anexo A).

Para efectuar esta prueba se conformó un panel de veintiocho (28) personas, directivos, profesores y estudiantes de la Universidad del Magdalena, a los que se

les suministraron las muestras de cada chicharrón frito. Cada sujeto marcó un nivel basado en la escala que se presenta en el Anexo A, según su aceptación o desagrado, los resultados se muestran en el Cuadro 18.

Los parámetros crocantez, color, sabor y olor se evaluaron individualmente, el método estadístico utilizado fue el Chi Cuadrado (χ^2), en donde el valor reflejado por el sujeto es considerado como observado; y el esperado para cada ítem se calculó por medio de la fórmula :

$$\text{Valor esperado (Vesp)} = \frac{\text{No. de observadores} \times \text{No de observaciones}}{\sum \text{No de observaciones}}, \text{ y}$$

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{Vobs} - \text{Vesp})^2}{\text{Vesp}} \therefore$$

Vobs : Valor observado = Valor reflejado por el sujeto.

A partir de los resultados se escogieron las categorías que fueron marcadas por lo menos una vez por los sujetos, tabulándose en una tabla de doble entrada para el cálculo de Chi Cuadrado.

Cuadro 18. Resultados de la prueba de aceptabilidad de los chicharrones de pescado.

Formulación Puntaje	1				2				3				4				5				6			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1. Extremadamente agradable	1	0	1	2	3	1	0	0	1	1	0	0	3	3	2	0	15	6	11	5	7	3	3	1
2. Muy agradable	14	5	6	10	6	12	7	6	7	3	6	7	13	6	3	11	8	8	10	6	6	5	1	4
3. Moderadamente agradable	5	14	7	5	9	4	10	12	11	13	9	8	6	12	9	10	4	4	3	6	4	6	10	11
4. Ligeramente agradable	5	1	6	9	7	8	5	2	4	8	6	10	6	6	6	2	0	6	4	9	9	2	7	4
5 Indiferente	1	2	2	1	0	3	5	8	3	3	4	3	0	0	7	5	0	2	0	1	1	5	3	5
6. Ligeramente desagradable	1	4	5	0	3	0	1	0	1	0	2	0	0	1	1	0	1	2	0	1	1	3	3	3
7. Moderadamente desagradable	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
8. Muy desagradable	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9. Extremadamente desagradable	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A. Crocantez	B. Color	C. Sabor	D. Olor
--------------	----------	----------	---------

- F1: Chicharrón de Cojinoa *Caranx crysos*
 F2: Chicharrón de Bonito *Euthynnus alletteratus*
 F3: Chicharrón de Machuelo *Opisthonema oglinum*
 F4: Chicharrón de Ojogordo *Selar crumenophthalmus*
 F5: Chicharrón de Macabí *Elops saurus*
 F6: Chicharrón de Lisa *Mugil incilis*

El Cuadro 19 muestra el número de observaciones por nivel para la crocantez de cada chicharrón de pescado.

Cuadro 19. Número de observaciones por nivel hedónico para la crocantez de los chicharrones de pescado.

Formulación Escala hedónica	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Total
1.	1	3	1	3	15	7	30
2.	14	6	7	13	8	6	54
3.	5	9	11	6	4	4	39
4.	5	7	4	6	0	9	31
5.	1	0	3	0	0	1	5
6.	1	3	1	0	1	1	7
7.	1	0	0	0	0	0	1
8.	0	0	1	0	0	0	1
Total	28	28	28	28	28	28	168

Fuente: autores

A continuación se presenta el cálculo de los valores esperados:

$$V_{esp_1} = \frac{28 \times 30}{168} = 5$$

$$V_{esp_2} = \frac{28 \times 54}{168} = 9 \therefore$$

$$V_{esp_3} = 6.5$$

$$V_{esp_6} = 1.16$$

$$V_{esp_4} = 5.16$$

$$V_{esp_7} = 0.16$$

$$V_{esp_5} = 0.83$$

$$V_{esp_8} = 0.16$$

Cuadro 20. Relación entre el valor esperado en cada nivel hedónico y el número de observaciones por muestras y nivel hedónico (crocantez).

Formulación Escala hedónica	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Total
1.	5/1	5/3	5/1	5/3	5/15	5/7	30
2.	9/14	9/6	9/7	9/13	9/8	9/6	54
3.	6.5/5	6.5/9	6.5/11	6.5/6	6.5/4	6.5/4	39
4.	5.16/5	5.16/7	5.16/4	5.16/6	5.16/0	5.16/9	31
5.	0.83/1	0.83/0	0.83/3	0.83/0	0.83/0	0.83/1	5
6.	1.16/1	1.16/3	1.16/1	1.16/0	1.16/1	1.16/1	7
7.	0.16/1	0.16/0	0.16/0	0.16/0	0.16/0	0.16/0	1
8.	0.16/0	0.16/0	0.16/1	0.16/0	0.16/0	0.16/0	1
Total	28	28	28	28	28	28	168

Fuente: autores

Aplicando

$$X^2 = \sum \frac{(\text{Vobservado} - \text{Vesperado})^2}{\text{Vesperado}} \therefore$$

$$X^2_1 = \frac{(1-5)^2 + (3-5)^2 + (1-5)^2 + (3-5)^2 + (15-5)^2 + (7-5)^2}{5} = 28.8$$

$$X^2_2 = \frac{(14-9)^2 + (6-9)^2 + (7-9)^2 + (13-9)^2 + (8-9)^2 + (6-9)^2}{9} = 6.9$$

$$X^2_3 = 3.94; \quad X^2_6 = 4.15;$$

$$X^2_4 = 9.05; \quad X^2_7 = 5.21;$$

$$X^2_5 = 8.22; \quad X^2_8 = 5.21.$$

$\sum X^2 = 72.44 \therefore X^2_{\infty \text{ GL}} \text{ Calculado}$

$\infty = \text{Probabilidad de error} = 5\% \quad \text{y}$

$\text{GL} = \text{Grados de libertad} = (8-1)(6-1) = 35$

$X^2_{(0.05)(35)} = 72.44 \therefore X^2_{(\infty)(\text{GL})}$

En el Anexo B se encontró $X^2_{(0.05)(35)}$ tabulado con un valor de 49.80. Al comparar el valor $X^2_{(0.05)(35)}$ calculado con el $X^2_{(0.05)(35)}$ tabulado se observó:

$X^2_{(0.05)(35)} \text{ calculado} > X^2_{(0.05)(35)} \text{ tabulado}$

72.44 > 49.80 por tanto:

La hipótesis es positiva.

El Cuadro 21 presenta las observaciones por nivel hedónico obtenidas en las pruebas de degustación para el color de cada chicharrón de pescado.

Cuadro 21. Número de observaciones por nivel hedónico para el color de los chicharrones de pescado.

Formulación Escala hedónica	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Total
1.	0	1	1	3	6	3	14
2.	5	12	3	6	8	5	39
3.	14	4	13	12	4	6	53
4.	1	8	8	6	6	2	31
5.	2	3	3	0	2	5	15
6.	4	0	0	1	2	3	10
7.	2	0	0	0	0	4	6
8.	0	0	0	0	0	0	0
9.	0	0	0	0	0	0	0
Total	28	28	28	28	28	28	168

Fuente: autores

Cálculo de valores esperados para el color.



Fórmula:

$$\text{Valor esperado (Vesp)} = \frac{\text{No. de observadores} \times \text{No de observaciones}}{\sum \text{No de observaciones}}, y$$

$$\text{Vesp}_1 = \frac{28 \times 14}{168} = 2.33$$

$$\text{Vesp}_2 = \frac{28 \times 39}{168} = 6.50$$

$$\text{Vesp}_3 = 8.83 \quad \text{Vesp}_6 = 1.60$$

$$\text{Vesp}_4 = 5.16 \quad \text{Vesp}_7 = 1.0$$

$$\text{Vesp}_5 = 2.50$$

Cuadro 22. Relación entre el valor esperado en cada nivel hedónico y el número de observaciones por muestras y nivel hedónico (color).

Formulación Escala hedónica	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Total
1.	2.33/0	2.33/1	2.33/1	2.33/3	2.33/6	2.33/3	14
2.	6.50/5	6.50/12	6.50/3	6.50/6	6.50/8	6.50/5	39
3.	8.83/14	8.83/4	8.83/13	8.83/12	8.83/4	8.83/6	53
4.	5.16/1	5.16/8	5.16/8	5.16/6	5.16/6	5.16/2	31
5.	2.50/2	2.50/3	2.50/3	2.50/0	2.50/2	2.50/5	15
6.	1.60/4	1.60/0	1.60/0	1.60/1	1.60/2	1.60/3	10
7.	1.0/2	1.0/0	1.0/0	1.0/0	1.0/0	1.0/4	6
Total	28	28	28	28	28	28	168

Fuente: autores

Aplicando la fórmula Chi Cuadrado:

$$X^2_1 = \frac{(0-2.33)^2 + (1-2.33)^2 + (1-2.33)^2 + (3-2.33)^2 + (6-2.33)^2 + (3-2.33)^2}{2.33} = 9.99$$

$$X^2_2 = 4.39; \quad X^2_5 = 5.4;$$

$$X^2_3 = 12.29; \quad X^2_6 = 10.26;$$

$$X^2_4 = 8.66; \quad X^2_7 = 14;$$

$$\sum X^2 = 64.99 \therefore X^2_{\infty} \text{ GL calculado}$$

$$\alpha = \text{Probabilidad de error} = 5\% \quad \text{y}$$

$$\text{GL} = \text{Grados de libertad} = (7-1)(6-1) = 30$$

$$X^2_{(0.05)(30)} = 64.99 \therefore X^2_{(\alpha)(\text{GL})}$$

En el Anexo B se encontró $X^2_{(0.05)(30)}$ tabulado con un valor de 43.8. Al comparar el valor $X^2_{(0.05)(30)}$ calculado con el $X^2_{(0.05)(30)}$ tabulado se tiene:

$$64.99 > 43.8 \text{ por tanto:}$$

La hipótesis es positiva.

Las observaciones resultado de las pruebas de degustación para el sabor de cada chicharrón de pescado se referencian en el Cuadro 23.

Cuadro 23. Número de observaciones por nivel hedónico para el sabor de los chicharrones de pescado.

Formulación Escala hedónica	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Total
1.	1	0	0	2	11	3	17
2.	6	7	6	3	10	1	33
3.	7	10	9	9	3	10	48
4.	6	5	6	6	4	7	34
5.	2	5	4	7	0	3	21
6.	5	1	2	1	0	3	12
7.	0	0	0	0	0	0	0
8.	0	0	1	0	0	1	2
9.	1	0	0	0	0	0	1
Total	28	28	28	28	28	28	168

Fuente: autores

Cálculo de valores esperados para el sabor de los chicharrones de pescado.

Fórmula:

$$\text{Valor esperado (Vesp)} = \frac{\text{No. de observadores} \times \text{No de observaciones}}{\sum \text{No de observaciones}}, y$$

$$V_{\text{esp}_1} = \frac{28 \times 17}{168} = 2.8$$

$$V_{\text{esp}_2} = \frac{28 \times 33}{168} = 5.5$$

$$V_{\text{esp}_3} = 8.0$$

$$V_{\text{esp}_7} = 0.33$$

$$Vesp_4 = 5.6$$

$$Vesp_8 = 0.16$$

$$Vesp_5 = 3.5$$

$$Vesp_6 = 2.0$$

Cuadro 24. Relación entre el valor esperado en cada nivel hedónico y el número de observaciones por muestras y nivel hedónico (sabor).

Formulación Escala hedónica	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Total
1.	2.8/1	2.8/0	2.8/0	2.8/2	2.8/11	2.8/3	17
2.	5.5/6	5.5/7	5.5/6	5.5/3	5.5/10	5.5/1	33
3.	8.0/7	8.0/10	8.0/9	8.0/9	8.0/3	8.0/10	48
4.	5.6/6	5.6/5	5.6/6	5.6/6	5.6/4	5.6/7	34
5.	3.5/2	3.5/5	3.5/4	3.5/7	3.5/0	3.5/3	21
6.	2.0/5	2.0/1	2.0/2.0	2.0/1	2.0/0	2.0/3	12
7.	0.33/0	0.33/0	0.33/1	0.33/0	0.33/0	0.33/1	2
8.	0.16/1	0.16/0	0.16/0	0.16/0	0.16/0	0.16/0	1
Total	28	28	28	28	28	28	168

Fuente: autores

Calculo $\sum X^2$

$$X^2_1 = \frac{(1-2.8)^2 + (0-2.8)^2 + (0-2.8)^2 + (0-2.8)^2 + (2-2.8)^2 + (11-2.8)^2 + (3-2.8)^2}{2.8} = 30.99$$

$$X^2_2 = 8.97; \quad X^2_6 = 8.0;$$

$$X^2_3 = 4.48; \quad X^2_7 = 4.04;$$

$$X^2_4 = 0.92; \quad X^2_8 = 5.21;$$

$$X^2_5 = 8.42;$$

$$\sum X^2 = 71.03 \therefore X^2_{\infty} \text{ GL calculado}$$

$$\alpha = \text{Probabilidad de error} = 5\% \quad \text{y}$$

$$\text{GL} = \text{Grados de libertad} = (8-1)(6-1) = 35$$

$$X^2_{(0.05)(35)} = 71.03 \therefore X^2_{(\alpha)(\text{GL})}$$

En el Anexo B se encontró $X^2_{(0.05)(35)}$ tabulado con un valor de 49.8

Al comparar el valor $X^2_{(0.05)(35)}$ calculado con el $X^2_{(0.05)(35)}$ tabulado se tiene:

$$71.03 > 49.8 \quad \text{por tanto:}$$

La hipótesis es positiva.

En el Cuadro 25 se muestran las observaciones obtenidas en las pruebas de degustación para evaluar el olor en los chicharrones de pescado.

Cuadro 25. Número de observaciones por nivel hedónico para evaluar el olor de los chicharrones de pescado.

Formulación Escala hedónica	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Total
1.	2	0	0	0	5	1	8
2.	10	6	7	11	6	4	44
3.	5	12	8	10	6	11	52
4.	9	2	10	2	9	4	36
5.	1	8	3	5	1	5	23
6.	0	0	0	0	1	3	4
7.	1	0	0	0	0	0	1
Total	28	28	28	28	28	28	168

Fuente: autores

Calculo de valores esperados para el olor de los chicharrones de pescado.

Fórmula:

$$\text{Valor esperado (Vesp)} = \frac{\text{No. de observadores} \times \text{No de observaciones}}{\sum \text{No de observaciones}}, y$$

$$V_{esp1} = \frac{28 \times 18}{168} = 1.33$$

$$V_{esp2} = \frac{28 \times 44}{168} = 7.33$$

$$V_{esp3} = 8.66$$

$$V_{esp7} = 0.16$$

$$V_{esp4} = 6.0$$

$$V_{esp_5} = 3.83$$

$$V_{esp_6} = 0.66$$

Cuadro 26. Relación entre el valor esperado en cada nivel hedónico y el número de observaciones por muestras y nivel hedónico (olor).

Formulación Escala hedónica	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Total
1.	1.33/2	1.33/0	1.33/0	1.33/0	1.33/5	1.33/5	8
2.	7.33/10	7.33/6	7.33/7	7.33/11	7.33/6	7.33/4	44
3.	8.66/5	8.66/12	8.66/8	8.66/10	8.66/6	8.66/11	52
4.	6.0/9	6.0/2	6.0/10	6.0/2	6.0/9	6.0/4	36
5.	3.83/1	3.83/8	3.83/3	3.83/5	3.83/1	3.83/5	23
6.	0.66/0	0.66/0	0.66/0	0.66/0	0.66/1	0.66/3	4
7.	0.16/1	0.16/0	0.16/0	0.16/0	0.16/0	0.16/0	1
Total	28	28	28	28	28	28	168

Fuente: autores

Calculo $\sum X^2$

$$X^2_1 = \frac{(2-1.33)^2 + (0-1.33)^2 + (0-1.33)^2 + (0-1.33)^2 + (5-1.33)^2 + (1-1.33)^2}{1.33} = 14.52$$

$$X^2_2 = 4.80; \quad X^2_6 = 11.1;$$

$$X^2_3 = 4.51; \quad X^2_7 = 5.21;$$

$$X^2_4 = 11.64;$$

$$X^2_5 = 9.59;$$

$$\sum X^2 = 61.37 \therefore X^2_{\infty GL} \text{ Calculado}$$

$$\infty = \text{Probabilidad de error} = 5\% \quad y$$

$$GL = \text{Grados de libertad} = (7 - 1)(6 - 1) = 30$$

$$X^2_{(0.05)(30)} = 61.37 \therefore X^2_{(\infty)(GL)}$$

En el Anexo B se encontró $X^2_{(0.05)(30)}$ tabulado con un valor de 43.8

Al comparar el valor $X^2_{(0.05)(30)}$ calculado con el $X^2_{(0.05)(30)}$ tabulado se tiene:

$$61.37 > 43.8 \text{ por tanto:}$$

En este caso la hipótesis es positiva.

Los resultados obtenidos en las pruebas de degustación de los chicharrones 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.

A continuación se resumen los resultados de la prueba de degustación:

Parámetros	X ² calculado	X ² tabulado	Hipótesis
Crocantez	72.44	49.80	Positiva
Olor	64.99	43.80	Positiva
Sabor	71.03	49.80	Positiva
Color	61.37	43.80	Positiva

6.3.5 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.

6.3.5.1 Costos variables. La estimación de los costos de adquisición de materia prima se resumen en el Cuadro 27.

Las especies Macabí *Elops saurus*, Lisa *Mugil incilis* y Machuelo *Opisthonema oglinum*, presentaron los costos menores durante la elaboración de la pulpa: 3.098, 3.725 y 3.395 \$/kg, respectivamente, lo cual está de acuerdo a los menores precios de compra del Macabí y Machuelo, especies subvaloradas comercialmente, de poca aceptabilidad en estado fresco, quizás por poseer gran cantidad de espinas musculares. La "Lisa" a pesar de tener buena aceptación en fresco y seco-salado mantiene precios relativamente bajos, por sus capturas frecuentes a través de todo el año.

Cuadro 27. Estimación de los costos de elaboración de pulpa a partir de seis especies pesqueras.

Especie	Precio materia prima (\$ / Kg)	Rendimiento (%)	Precio pulpa (\$ / Kg)	Costos adicionales			Total gastos (\$ / Kg)	Costo final pulpa (\$ / Kg)
				Mano de obra (\$ / Kg)	Congelación (\$ / Kg)	Transporte (\$ / Kg)		
Macabí <i>Elops saurus</i>	1080.00	45.50	2373.62	450.00	25.00	250.00	725.00	3098.62
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	2800.00	38.53	7267.00	475.00	25.00	150.00	650.00	7917.00
Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	2500.00	36.29	6888.95	475.00	25.00	150.00	650.00	7538.95
Lisa <i>Mugil incilis</i>	1334.89	43.05	3100.78	450.00	25.00	150.00	625.00	3725.78
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	2798.81	37.28	7507.53	460.00	25.00	250.00	735.00	8242.53
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	802.42	29.49	2720.99	500.00	25.00	150.00	675.00	3395.99

Fuente: autores.

De otra parte los rendimientos hasta pulpa de Macabí y Lisa mostraron los mayores valores, influyendo notablemente en el menor costo de éstas.

En la estimación de los costos de mano de obra se asumió una producción de 40 Kg/día y se tuvieron en cuenta algunas necesidades de personal, salarios y el factor salarial para sus prestaciones (1.45), los resultados se presentan en el Cuadro 28.

Cuadro 28. Costos de mano de obra necesaria para elaborar chicharrón de pescado.

Personal	Salario (\$ / mes)	Salario (\$ / día)	Prestaciones (\$ / día x 1.45)	Producción Kg / día	Costo \$ / Kg
1 Operario TC	264.000	8800	12.760	40	319.00
1 Operario ½ TC	132.000	4400	6.380	40	159.50
1 Supervisor ½ TC	325.000	10.833	15.707	40	392.60
Totales					871.1

Fuente: autores.

TC : Tiempo Completo

Otro costo variable lo constituye el empaque del producto terminado, para cuya estimación se consideró la presentación final del alimento: láminas secas empacadas en bolsas de polietileno (PE) de alta densidad, en porciones de 100 g de peso. El Cuadro 29 relaciona los costos por concepto de empaques.

**Cuadro 29. Costo de empaques (bolsas de polietileno) para chicharrón de
pescado.**

Empaque	Costo bolsa (\$ /unidad)	Presentación (g/unidad)	(unidad/Kg)	(\$ /Kg)
<i>Bolsas de PE alta densidad</i>	63	100	10	630

Fuente: autores.

Otros costos variables corresponden a los ingredientes que participan en la formulación base para chicharrón de pescado, relacionados en los cuadros (31- 36) que resumen y consolidan los costos de producción para cada tipo de chicharrón.

6.3.5.2 Costos Fijos. En el Cuadro 30 se muestran los costos por concepto de depreciación de equipos.

Otros costos fijos se presentan en los cuadros del 31 al 36 que consolidan los costos totales de producción para cada chicharrón de pescado.

Los diferentes costos efectuados durante el procesamiento del producto pesquero tipo chicharrón elaborado a partir de pulpas de las especies estudiadas se muestran en los Cuadros 31, 32, 33, 34, 35 y 36.

Cuadro 30. Costos por concepto de depreciación de equipos

Equipo	Valor (\$)	Vida útil (años)	Depreciación (\$/año)	Depreciación (\$/mes)	Depreciación (\$/día)	Producción (Kg/día)	Líneas de proceso	Valor de depreciación (\$/Kg)
Cuarto frío	12.000.000	10	1.200.000	100.000	33333	40	4	20.8
Cutter	6.750.000	10	675.000	56.250	1875	40	2	23.4
Embutidora	2.400.000	10	240.000	20.000	666	40	1	16.6
Cocinador	750.000	3	250.000	20.833	694	40	1	17.3
Cortadora	2.200.000	5	440.000	36.666	1222	40	2	15.2
Secador	950.000	1	950.000	79.166	2638	40	1	65.9
Selladora	100.000	1	100.000	8333.30	277	40	1	6.9
Balanzas	2.500.000	3	833.333	69.444	2314	40	3	19.2
Equipos Menores	550.000	1	550.000	45.833	1527	40	2	19.1
TOTALES								204.4

Especie	Valor de depreciación (\$/Kg)	Rendimiento (%)	Valor depreciación producto terminado (\$/Kg)
Macabí <i>Elops saurus</i>	204.40	35.35	578.21
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	204.40	27.66	738.97
Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	204.40	34.23	597.13
Lisa <i>Mugil incilis</i>	204.40	34.22	597.31
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	204.40	34.42	593.84
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	204.40	32.23	634.19

Fuente: autores.

Cuadro 31. Costos de producción durante la elaboración del chicharrón de Macabí *Elops saurus*

Costos variables	(g/ 100g)	(\$ / Kg)	(g)	(\$)
Pulpa de Macabí	100.00	3098.62	1000.00	3098.62
Fécula de maíz	65.00	5658.00	650.00	3677.70
Polvo para hornear	4.00	24954.00	40.00	998.16
Sal común	2.00	432.00	20.00	8.64
Hielo	65.00	250.00	650.00	162.50
Subtotal materia prima e ingredientes		3366.78	2360.00	7945.62
Rendimiento		35.35%		
Valor por Kg de producto terminado		9524.13		
Mano de obra		871.1		
Empaques		630.00		
Total costos variables		11025.23		

Costos fijos	\$/Kg
Depreciación de equipos	578.21
Servicios públicos	300.00
Mantenimiento equipos	125.00
Combustible (gas propano)	300.00
Total costos fijos	1303.21
Subtotal costos sin imprevistos	12328.44
Imprevistos (10%)	1232.84
Costos de producción (láminas secas)	13561.28
Costos de producción (hojuelas fritas) rendimiento (210%)*	6457.75
Utilidades para productor 25% (láminas secas)	3390.32
Utilidades para productor 25 % (hojuelas fritas)*	1614.43
Precio venta FOB mayorista (láminas secas)	16951.60
Precio venta FOB mayorista (hojuelas fritas)*	8072.18
Utilidad comercializador 25% (láminas secas)	4237.90
Utilidad comercializador 25% (hojuelas fritas)*	2018.04
PVP estimado (láminas secas)	21189.50
PVP estimado (hojuelas fritas)*	10090.22

Fuente: autores.

* Información adicional

Cuadro 32. Costos de producción durante la elaboración del chicharrón de

Cojinoa *Caranx crysos*.

Costos variables	(g/ 100g)	(\$ / Kg)	(g)	(\$)
Pulpa de Cojinoa	100.00	7917.00	1,000.00	7917.00
Fécula de maíz	65.00	5658.00	650.00	3677.70
Polvo para hornear	4.00	24954.00	40.00	998.16
Sal común	2.00	432.00	20.00	8.64
Hielo	65.00	250.00	650.00	162.50
Subtotal materia prima e ingredientes		5408.47	2360.00	12764.00
Rendimiento		27.66%		
Valor por Kg de producto terminado		19553.41		
Mano de obra		871.1		
Empaques		630.00		
Total costos variables		21054.51		

Costos fijos	\$/Kg
Depreciación de equipos	738.97
Servicios públicos	300.00
Mantenimiento equipos	125.00
Combustible (gas propano)	300.000
Total costos fijos	1463.97
Subtotal costos sin imprevistos	22518.48
Imprevistos (10%)	2251.84
Costos de producción (láminas secas)	24770.32
Costos de producción (hojuelas fritas) rendimiento (140.02%)*	17693.08
Utilidades para productor 25% (láminas secas)	6142.58
Utilidades para productor 25 % (hojuelas fritas)*	4423.27
Precio venta FOB mayorista (láminas secas)	30962.29
Precio venta FOB mayorista (hojuelas fritas)*	22116.35
Utilidad comercializador 25% (láminas secas)	7740.57
Utilidad comercializador 25% (hojuelas fritas)*	5529.08
PVP estimado (láminas secas)	38702.86
PVP estimado (hojuelas fritas)*	27645.43

Fuente: autores

* Información adicional

Cuadro 33. Costos de producción durante la elaboración del chicharrón de

Bonito *Euthynnus alletteratus*.

Costos variables	(g/ 100g)	(\$ / Kg)	(g)	(\$)
Pulpa de Bonito	100.00	7538.95	1000.00	7538.95
Fécula de maíz	65.00	5658.00	650.00	3677.70
Polvo para hornear	4.00	24954.00	40.00	998.16
Sal común	2.00	432.00	20.00	8.64
Hielo	65.00	250.00	650.00	162.50
Subtotal materia prima e ingredientes		5248.28	2,360.00	12385.95
Rendimiento		34.23%		
Valor por Kg de producto terminado		15332.39		
Mano de obra		871.1		
Empaques		630.00		
Total costos variables		16833.49		

Costos fijos	\$/ Kg
Depreciación de equipos	597.13
Servicios públicos	300.00
Mantenimiento equipos	125.00
Combustible (gas propano)	300.000
Total costos fijos	1322.13
Subtotal costos sin imprevistos	18155.62
Imprevistos (10%)	1815.56
Costos de producción (láminas secas)	19971.18
Costos de producción (hojuelas fritas) rendimiento (209.99%)*	9510.53
Utilidades para productor 25% (láminas secas)	4992.79
Utilidades para productor 25 % (hojuelas fritas)*	2377.63
Precio venta FOB mayorista (láminas secas)	24963.97
Precio venta FOB mayorista (hojuelas fritas)*	11888.18
Utilidad comercializador 25% (láminas secas)	6240.99
Utilidad comercializador 25% (hojuelas fritas)*	2972.04
PVP estimado (láminas secas)	31204.96
PVP estimado (hojuelas fritas)*	14860.20

Fuente: autores

* Información adicional

Cuadro 34. Costos de producción durante la elaboración del chicharrón de

Lisa Mugil incilis

Costos variables	(g/ 100g)	(\$ / Kg)	(g)	(\$)
Pulpa de Lisa	100.00	3725.78	1000.00	3725.78
Fécula de maíz	65.00	5658.00	650.00	3677.70
Polvo para hornear	4.00	24954.00	40.00	998.16
Sal común	2.00	432.00	20.00	8.64
Hielo	65.00	250.00	650.00	162.50
Subtotal materia prima e ingredientes		3632.53	2360.00	8572.78
Rendimiento		34.22%		
Valor por Kg de producto terminado		10615.22		
Mano de obra		871.1		
Empaques		630.00		
Total costos variables		12116.32		

Costos fijos	\$/Kg
Depreciación de equipos	597.31
Servicios públicos	300.00
Mantenimiento equipos	125.00
Combustible (gas propano)	300.000
Total costos fijos	1322.31
Subtotal costos sin imprevistos	13438.63
Imprevistos (10%)	1343.86
Costos de producción (láminas secas)	14782.49
Costos de producción (hojuelas fritas) rendimiento (170%)*	8695.58
Utilidades para productor 25% (láminas secas)	3695.62
Utilidades para productor 25 % (hojuelas fritas)*	2173.89
Precio venta FOB mayorista (láminas secas)	18478.11
Precio venta FOB mayorista (hojuelas fritas)*	10869.47
Utilidad comercializador 25% (láminas secas)	4619.52
Utilidad comercializador 25% (hojuelas fritas)*	2717.36
PVP estimado (láminas secas)	23097.63
PVP estimado (hojuelas fritas)*	13586.83

Fuente: autores

* Información adicional

Cuadro 35. Costos de producción durante la elaboración del chicharrón de

Ojogordo Selar crumenophthalmus

Costos variables	(g/ 100g)	(\$ / Kg)	(g)	(\$)
Pulpa de Ojogordo	100.00	8242.53	1000.00	8242.53
Fécula de maíz	65.00	5658.00	650.00	3677.70
Polvo para hornear	4.00	24954.00	40.00	998.16
Sal común	2.00	432.00	20.00	8.64
Hielo	65.00	250.00	650.00	162.50
Subtotal materia prima e ingredientes		5546.41	2360.00	13089.53
Rendimiento		34.42%		
Valor por Kg de producto terminado		16113.91		
Mano de obra		871.1		
Empaques		630.00		
Total costos variables		17615.01		

Costos fijos	\$/Kg
Depreciación de equipos	593.84
Servicios públicos	300.00
Mantenimiento equipos	125.00
Combustible (gas propano)	300.000
Total costos fijos	1318.84
Subtotal costos sin imprevistos	18933.85
Imprevistos (10%)	1893.38
Costos de producción (láminas secas)	20827.18
Costos de producción (hojuelas fritas) rendimiento (179.98%)*	11571.94
Utilidades para productor 25% (láminas secas)	5206.79
Utilidades para productor 25 % (hojuelas fritas)*	2892.98
Precio venta FOB mayorista (láminas secas)	26033.97
Precio venta FOB mayorista (hojuelas fritas)*	14464.92
Utilidad comercializador 25% (láminas secas)	6508.49
Utilidad comercializador 25% (hojuelas fritas)*	3616.23
PVP estimado (láminas secas)	32542.41
PVP estimado (hojuelas fritas)*	18081.15

Fuente: autores

* Información adicional

Cuadro 36. Costos de producción durante la elaboración del chicharrón de

Machuelo Opisthonema oglinum

Costos variables	(g/ 100g)	(\$ / Kg)	(g)	(\$)
Pulpa de Machuelo	100.00	3395.99	1000.00	3395.99
Fécula de maíz	65.00	5658.00	650.00	3677.70
Polvo para hornear	4.00	24954.00	40.00	998.16
Sal común	2.00	432.00	20.00	8.64
Hielo	65.00	250.00	650.00	162.50
Subtotal materia prima e ingredientes		3492.79	2360.00	8242.49
Rendimiento		32.23%		
Valor por Kg de producto terminado		10837.08		
Mano de obra		871.1		
Empaques		630.00		
Total costos variables		12338.18		

Costos fijos	\$/Kg
Depreciación de equipos	634.19
Servicios públicos	300.00
Mantenimiento equipos	125.00
Combustible (gas propano)	300.000
Total costos fijos	1359.199
Subtotal costos sin imprevistos	13697.37
Imprevistos (10%)	1369.73
Costos de producción (láminas secas)	15067.10
Costos de producción (hojuelas fritas) rendimiento (189.98%)*	7930.88
Utilidades para productor 25% (láminas secas)	3766.77
Utilidades para productor 25 % (hojuelas fritas)*	1982.72
Precio venta FOB mayorista (láminas secas)	18833.87
Precio venta FOB mayorista (hojuelas fritas)*	9913.60
Utilidad comercializadora 25% (láminas secas)	4708.46
Utilidad comercializadora 25% (hojuelas fritas)*	2478.40
PVP estimado (láminas secas)	23542.33
PVP estimado (hojuelas fritas)*	12392.00

Fuente : autores.

* Información adicional

En el Cuadro 37 y Figura 19 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 37. Estudio comparativo de los costos de producción y PVP de diferentes chicharrones de pescado y comerciales tipo snack.

Especie	Producto terminado (láminas secas) (\$/Kg)	Precio de venta FOB (25% de utilidades) (\$/Kg)	Precio estimado al público (láminas secas) (25% de utilidades) (\$/Kg)	Precio estimado al público (hojuelas fritas)(25% de utilidades) (\$/Kg)
Macabí <i>Elops saurus</i>	13561.28	16951.60	21189.50	10090.22
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	24770.32	30962.29	38702.86	27645.43
Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	19971.18	24963.97	31204.96	14860.20
Lisa <i>Mugil incilis</i>	14782.49	18478.11	23097.63	13586.83
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	20827.18	26033.97	32542.41	18081.15
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	15067.10	18833.87	23542.33	12392.00
Comercial 1 (Al Fresco)				55000.00
Comercial 2 (Margarita)				37000.00
Comercial 3 (Cronch)				24560.00

Fuente: autores.

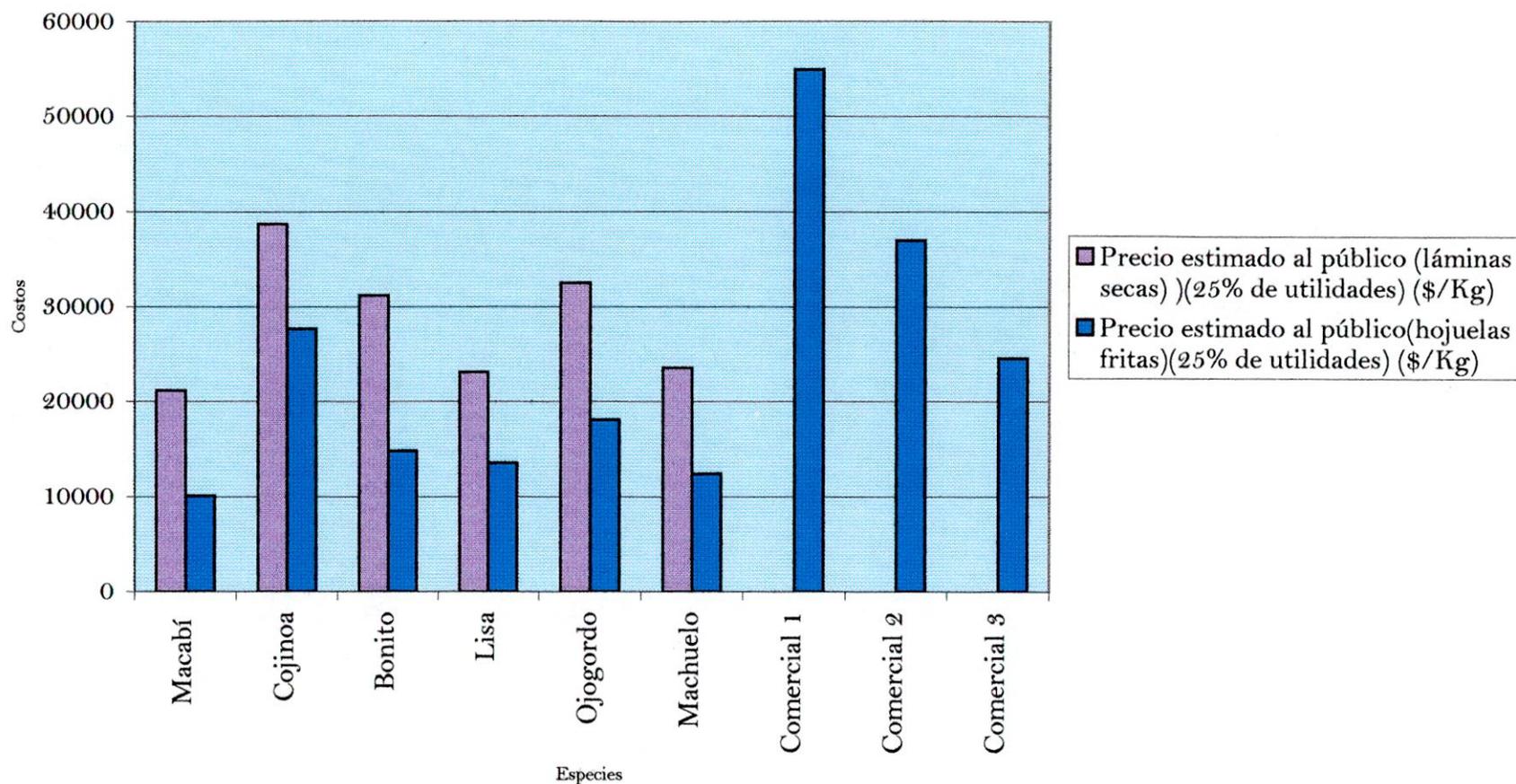


Figura 19. Precios de venta al público de chicharrones de pescados y comerciales tipo snack (\$/Kg, 25% de rentabilidad bruta).

Al comparar los costos de producción de los chicharrones procesados a partir de pulpa de pescado, se puede observar que las especies Macabí *Elops saurus*, Lisa *Mugil incilis* y Machuelo *Opisthonema oglinum* arrojaron los costos más bajos, 13.561 14.782 y 15.067 \$/Kg de producto terminado (láminas secas), respectivamente.

Se determinó un precio de venta al público para cada tipo de chicharrón de pescado después de fritura asumiendo un rentabilidad bruta del 25% y al compararlos con tres marcas comerciales, se constató que los precios de los chicharrones de pescado, exceptuando el de Cojinoa *Caranx crysos*, están por debajo de los chicharrones comerciales (procesados a partir de piel de cerdo). Este hecho demuestra que el producto pesquero tipo chicharrón puede competir con sus similares existentes en el mercado.

En el Cuadro 38 se puede observar la influencia del costo de pulpa en el costo de producción de los chicharrones de pescado.

Cuadro 38. Relación entre costo de pulpa y costo de producción de los diferentes chicharrones de pescado.

Especie	Costo de pulpa (\$/Kg)	Costo de producción de chicharrón (\$ / Kg)	Nivel de influencia (%)
Macabí <i>Elops saurus</i>	3098.62	13561.28	22.84
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	7917.00	24770.32	31.96
Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	7538.95	19971.18	37.74
Lisa <i>Mugil incilis</i>	3725.78	14782.49	25.20
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	8242.53	20827.18	39.57
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	3395.99	15067.10	22.53

Fuente: autores.

En el Cuadro 39 se presenta el consolidado de los costos de producción causados durante el procesamiento del chicharrón de pescado a partir de pulpas de seis especies pesqueras.

Costo variable	Cantidad utilizada	Macabí (<i>Elops saurus</i>)	Cojinoa (<i>Caranx crysos</i>)	Bonito (<i>Euthynnus alleteratus</i>)	Lisa (<i>Mugil incilis</i>)	Machuelo (<i>Opisthonema oglinum</i>)	Ojogordo (<i>Selar crumenophthalmus</i>)
Pulpa de pescado	1,000.00	3,098.62	7,917.00	7,588.95	3,725.78	3,895.99	8,242.53
Fécula de maíz	650.00	3,677.70	3,677.70	3,677.70	3,677.70	3,677.70	3,677.70
Polvo de hornear	40.00	998.16	998.16	998.16	998.16	998.16	998.16
Sal común	20.00	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64
Hielo	650.00	162.50	162.50	162.50	162.50	162.50	162.50
Cantidad producida	2,360.00	7,945.62	12,764.00	12,385.95	8,572.78	8,242.99	13,089.53
Valor pasta base (\$/Kg)		3,366.78	5,408.47	5,248.28	3,632.53	3,492.79	5,546.41
Rendimiento a P.T.		35.35%	27.66%	34.23%	34.22%	32.23%	34.42%
Valor producto terminado (\$/Kg)		9,524.13	19,553.41	15,332.39	10,615.22	10,837.08	16,113.91
Mano de obra		871.10	871.10	871.10	871.10	871.10	871.10
Empaques		630.00	630.00	630.00	630.00	630.00	630.00
Total costos variables		11,025.23	21,054.51	16,833.49	12,117.32	12,338.18	17,615.01

Costos fijos							
Depreciación de equipos		578.21	738.97	597.13	597.31	634.19	593.84
Servicios públicos		300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
Mantenimiento de equipos		125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
Combustibles (gas propano)		300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
Total costos fijos		1,303.21	1,463.97	1,322.13	1,322.31	1,359.19	1,318.84
Costos fijos + Variables		12,328.44	22,518.48	18,155.62	15,438.63	13,697.37	18,933.85
Imprevistos (10%)		1,232.84	2,251.85	1,815.56	1,543.86	1,369.74	1,893.38
Costo de producción (láminas secas)		13,561.28	24,770.33	19,971.18	14,782.49	15,067.10	20,827.18
Rendimiento después de fritura		210.00%	140.02%	209.99%	170.00%	189.98%	179.98%
Costo de producción (hojuelas fritas)		6,457.75	17,693.08	9,510.53	8,695.58	7,930.88	11,571.94
Utilidades para productor (láminas secas)	25.00%	3,390.32	6,192.58	4,992.79	3,695.62	3,766.78	5,906.79
Utilidades para productor (hojuelas fritas)	25.00%	1,614.44	4,423.27	2,377.63	2,173.90	1,982.72	2,892.98
Precio venta FOB mayorista (láminas secas)		16,951.61	30,962.29	24,963.97	18,478.11	18,833.87	26,033.07
Precio venta FOB mayorista (hojuelas fritas)		8,072.19	22,116.35	11,888.16	10,869.48	9,913.60	14,464.92
Utilidad comercializador (láminas secas)	25.00%	4,237.90	7,740.57	6,240.99	4,619.53	4,708.47	6,508.44
Utilidad comercializador (hojuelas fritas)	25.00%	2,018.05	5,599.09	2,972.04	2,717.37	2,478.40	3,616.23
P.V.P. estimado (láminas secas)	\$/Kg	21,189.51	38,702.86	31,204.96	23,097.63	23,542.33	32,542.41
P.V.P. estimado (hojuelas fritas)	\$/Kg	10,090.24	27,345.43	14,860.20	13,586.83	12,392.00	18,081.15
P.V.P. estimado (láminas secas)	25 g.	530.00	968.00	780.00	577.00	589.00	814.00
P.V.P. estimado (hojuelas fritas)	25 g.	252.00	684.00	372.00	340.00	310.00	452.00

6.3.6 Operacionalización de variables. Las especies ícticas utilizadas en la elaboración del chicharrón de pescado se consideraron como variable independiente y los indicadores de la calidad del producto final obtenido como variables dependientes (Cuadro 1).

El Cuadro 40 resume los resultados de los indicadores seleccionados para evaluar las características de la materia prima, asignando un valor de 5% a la relación humedad/grasa y 5% humedad/proteína . Se estableció que a medida que disminuye la primera relación, la materia es mejor, caso contrario sucede con la segunda relación, se tiene mejor materia prima si ésta aumenta.

Los resultados de la evaluación de acuerdo a esta variable demuestran que la mejor especie es la Lisa, seguida del Machuelo, Macabí, Cojinoa, Ojogordo y Bonito.

Cuadro 40. Variable : características de las materias primas

Especie	Humedad / Grasa		Humedad / Proteínas		Total	Ponderación
	Valor	%	Valor	%	%	
Macabí <i>Elops saurus</i>	36.571	2.790	4.270	5.000	7.790	8.08
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	37.750	2.545	3.740	4.379	6.924	7.19
Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	49.467	0.111	3.440	4.028	4.139	4.30
Lisa <i>Mugil incilis</i>	25.931	5.000	3.960	4.639	9.637	10.00
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	40.211	2.034	3.860	4.520	6.554	6.80
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	33.522	3.423	4.210	4.930	8.353	8.67

Fuente: autores

El Cuadro 41 muestra las características de los productos terminados (láminas secas) definidas por los indicadores: relación humedad/grasas (10%), grasas/proteína (5%) y balance de humedad (10%), en la cual se utilizó la fórmula:

$$BH = 4 \cdot P + CHO'S \cdot 1 - H,$$

P = Proteínas g/100g

CHO'S = Carbohidratos g/100g

H = Humedad g/100g

BH = Balance de Humedad.

Se conoce que el menor balance de humedad (BH) en alimentos terminados, la actividad acuosa es baja por ende el producto muestra mejores condiciones de estabilidad frente al deterioro enzimático y microbiano.

Cuando la relación humedad/grasas en productos finales como el chicharrón de pescado aumenta, es indicador de bajos niveles de grasas y menos posibilidad de lipoxidación, por tanto el alimento presenta mejor estabilidad.

Respecto a relación grasas /proteínas, a menor índice, mejor valor biológico en el chicharrón de pescado pues indica altos niveles de proteínas.

Según los resultados de la evaluación respecto a la variable características del producto terminado, el Macabí presenta mejor puntaje seguido del Machuelo, Cojinoa, Bonito y Ojogordo.

Cuadro 41. Variable: características de los productos terminados

Especie	Balance de humedad		Humedad / Grasas		Grasas / Proteínas		Total
	Valor	%	Valor	%	Valor	%	
Macabí <i>Elops saurus</i>	1.2000	10.000	26.606	10.000	0.023	5.000	25.000
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	1.2150	9.813	20.595	7.741	0.0299	3.889	21.442
Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	1.2600	9.250	14.000	5.262	0.039	12.037	16.549
Cojinoa <i>Mugil incilis</i>	1.2080	9.900	12.571	4.725	0.048	0.370	14.995
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	1.2490	9.388	13.077	4.915	0.042	1.481	15.784
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	1.2360	9.550	21.750	8.175	0.026	4.444	22.169

Fuente: autores

La evaluación organoléptica del producto frito se efectuó considerando para los indicadores olor, color, sabor un valor de cada uno 5%, mientras que para la crocantez 10% por ser el parámetro de mayor importancia para el consumidor (Cuadro 42). Svzesniak et al 1963, sugiere que la crocantez en productos tipo bocaditos influye de manera determinante en la imagen del producto frente al consumidor, en mayor grado que el sabor, color y olor del mismo.

Aprovechando las observaciones obtenidas en las pruebas de degustación de los chicharrones de pescado a través del test hedónico, se determinó un puntaje para la crocantez, color, sabor y olor, de cada producto terminado (Cuadro 42).

Ejemplo.

Crocantez Nivel hedónico	Puntaje	Ojogordo		Macabí	
		Observación	Puntos	Observación	Puntos
Extremadamente agradable	9	3	27	15	135
Muy agradable	8	13	104	8	64
Moderadamente agradable	7	6	42	4	28
Ligeramente agradable	6	6	36	0	0
Indiferente	5	0	0	0	0
Ligeramente desagradable	4	0	0	1	4
Moderadamente desagradable	3	0	0	0	0
Muy desagradable	2	0	0		0
Extremadamente desagradable	1	0	0	0	0
Total		28	209	28	231

Los resultados obtenidos de la valoración organoléptica aplicada a los chicharrones de pescado después de fritura se presentan en el Cuadro 42.

Cuadro 42. Variable : calificación organoléptica del producto frito

Especie	Crocantez (10%)	Color (5%)	Sabor (5%)	Olor (5%)	Total (25%)	Porcentaje relativo
Macabí <i>Elops saurus</i>	231	200	224	198	867.20	25.00
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	198	179	173	194	753.60	21.73
Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	192	196	185	184	759.20	21.89
Lisa <i>Mugil incilis</i>	202	170	176	179	743.20	21.43
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	209	199	180	195	793.60	22.88
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	187	187	177	187	740	21.33
Valor ideal	252	252	252	252	1008.00	

El chicharrón procesado a partir de la especie Macabí *Elops saurus* mostró el mayor puntaje (867.20) en la variable calificación organoléptica seguido del Ojogordo *Selar crumenophthalmus* y el Bonito *Euthynnus alletteratus*, 793.60 y 759.20 respectivamente.

Las láminas secas sometidas a fritura mostraron expansión y ganancia de peso, la cual se tuvo en cuenta para determinar el rendimiento que obtendría el consumidor después de freír cada chicharrón. Las hojuelas que mayor incremento de peso y tamaño obtuvieron fueron las de Macabí y Bonito.

El Cuadro 43 referencia los resultados obtenidos por la variable rendimiento (desde pescado entero hasta láminas fritas).

Cuadro 43. Variable : rendimiento del producto frito

Especie	Valor	Porcentaje	Total
Macabí <i>Elops saurus</i>	69.34	10.00	10.00
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	32.80	4.73	4.73
Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	53.82	7.76	7.76
Lisa <i>Mugil incilis</i>	50.92	7.34	7.34
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	47.23	6.81	6.81
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	36.48	5.26	5.26

Fuente : autores

Los valores porcentuales estimados para la variable costos de producción (láminas secas) de cada chicharrón de pescado se muestran en el Cuadro 44. Se consideró asignar el máximo puntaje (30%) a la especie Macabí *Elops saurus* el cual mostró el menor costo de producción, con base en éste se determinaron los de las otras especies, observándose la menor puntuación (16.424%) en la especie Cojinoa *Caranx crysos*, con el más alto costo de producción.

Cuadro 44. Variable : costos de producción en la elaboración de chicharrón de pescado

Especie	Valor	30%	Total
Macabí <i>Elops saurus</i>	13561.28	30.000	30.000
Cojinoa <i>Caranx crysos</i>	24770.32	16.424	16.424
Bonito <i>Euthynnus alletteratus</i>	19971.18	20.371	20.371
Lisa <i>Mugil incilis</i>	14782.49	27.522	27.522
Ojogordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	20827.18	19.534	19.534
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	15067.10	27.002	27.002

Fuente: autores.

Evaluadas las variables dependientes, se estableció que la materia prima Macabí *Elops saurus*, obtuvo la mayor calificación (98.08), indicando ser la mejor para el proceso de elaboración del chicharrón de pescado, no obstante las especies Lisa *Mugil incilis* (81.29) y Machuelo *Opisthonema oglinum* (79.28) presentaron buenos puntajes (Cuadro 45), demostrando que pueden ser alternativas para la producción de chicharrones de pescado.

Cuadro 45. Resultados totales de la operacionalización de variables

Especie	Materia Prima (%)	Producto Terminado (%)	Calificación Organoléptica (%)	Rendimiento Prod.Frito (%)	Costos de Producción (%)	Total calificación
Ponderado	10	25	25	10	30	
Macabí <i>Elops saurus</i>	8.08	25.00	25.00	10.00	30.00	98.08
Carajina <i>Caranx crysos</i>	7.18	21.44	21.73	4.73	16.42	71.51
Chicharro <i>Euthynnus alletteratus</i>	4.29	16.54	21.89	7.76	20.37	70.86
Lisa <i>Mugil incilis</i>	10.00	14.99	21.43	7.34	27.52	81.29
Chicharro gordo <i>Selar crumenophthalmus</i>	6.80	15.78	22.88	6.81	19.53	76.96
Machuelo <i>Opisthonema oglinum</i>	8.66	22.16	21.33	5.26	27.00	79.28

Fuente: autores

6.3.7 Aplicación del sistema de aseguramiento de la calidad HACCP (Hazard Análisis Critical Control Points) al proceso de elaboración de chicharrón de pescado. Analizadas cada una de las operaciones del diagrama de proceso de elaboración del chicharrón de pescado en el Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga, Universidad del Magdalena, se identificaron los riesgos para

la seguridad del alimento; se establecieron los puntos críticos de control (PCC), determinando los límites críticos y las formas de monitoreo para evitar que se salgan de control. Además, se plantearon las medidas preventivas y correctivas para reducir o eliminar los riesgos identificados durante el proceso.

A continuación se presentan los formatos necesarios para la aplicación del sistema HACCP al proceso de elaboración de chicharrón de pescado.

FORMATO IDENTIFICACIÓN DE LA PLANTA.

Nombre:	Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga
Dirección:	Taganga – Santa Marta –D.T.C.H Colombia
Responsables del plan HACCP:	Equipo HACCPP <i>Director:</i> Ing. Carlos Guerrero. <i>Dir. Lab. Química:</i> MSc.Armando Lacera R. <i>Dir. Lab. Microbiología:</i> Espc. Marta Villada B. <i>Analista de Laboratorio:</i> Ing. Omar J. Carreño <i>Coordinadora de practicas :</i> Ing. Ruby Corvacho
Teléfonos:	4219023
Ciudad y departamento:	Santa Marta, Magdalena (Colombia)
Fecha de iniciación:	Julio de 2000
Aprobación de la autoridad sanitaria.	
Fecha y número de código.	

Fuente: Tomado del Ministerio de Salud. En: "Importancia y funcionamiento del sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control HACCP a la industria Pesquera y Acuícola" (Romero, 1996).

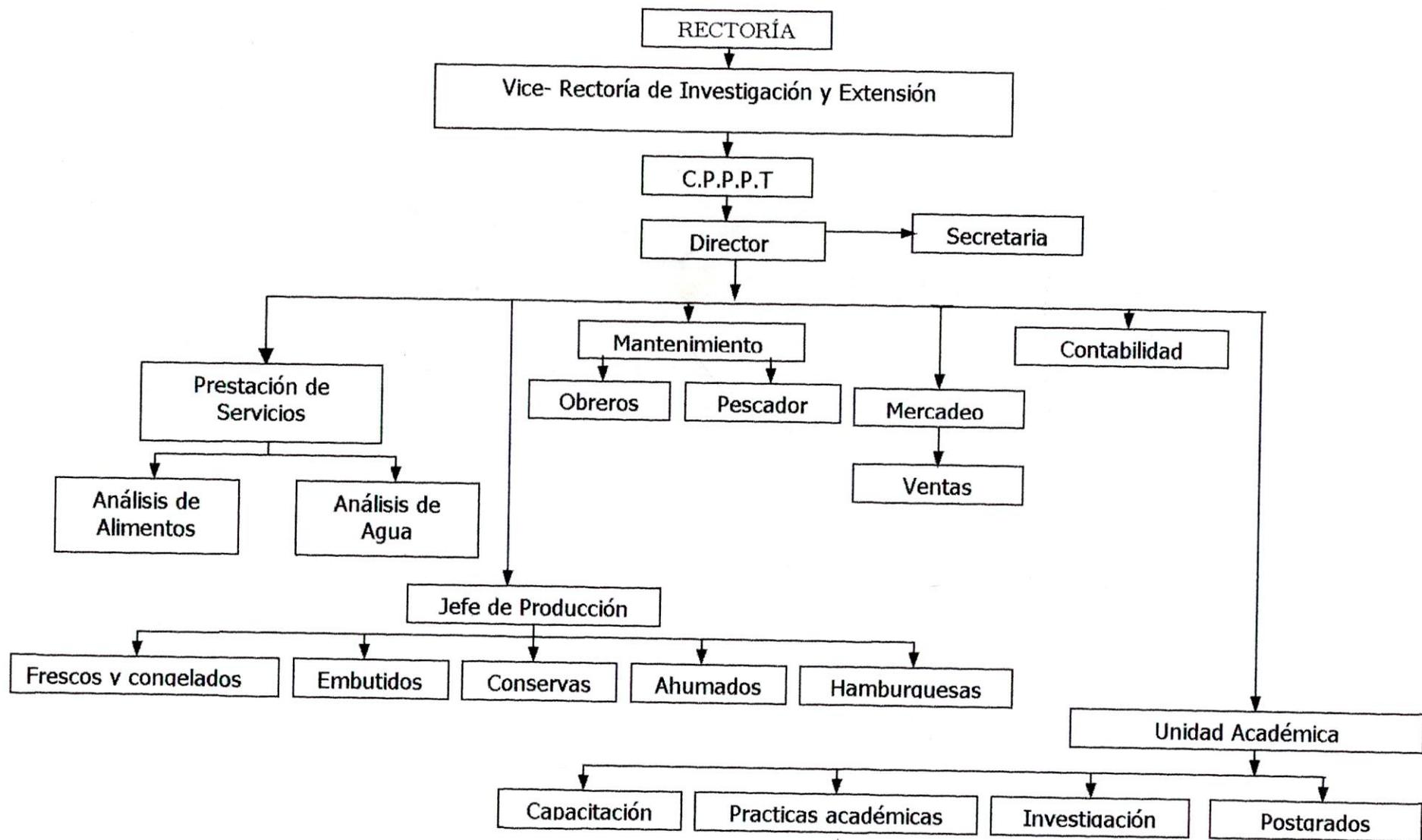


Figura 20. Organigrama del Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga (UNIMAG)

FORMATO DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	
Nombre del producto:	- CHICHARRÓN DE PESCADO
Descripción física :	- Láminas secas, que al contacto brusco con el aceite caliente sufren expansión y adquieren crocantez. - Tamaño: Arco de 25 mm de diámetro x 1.25mm de radio y entre 1 y 1.5mm de espesor.
Características Bromatológicas (g/100g)	- Humedad: 8 - 9 - Proteína: 14 - 16 - Grasa: 0.1 - 2 - Cenizas: 4 - 5
Característica conferidas por el proceso productivo	- Producto no perescibles. - Alimento susceptible al cambio de color por oxidación de la grasa y proteínas sarcoplasmáticas.
Forma de consumo y consumidores potenciales	- El producto es para consumir después de freír en aceite vegetal caliente a temperaturas entre 180 - 200 °C durante 3 ó 5 seg.. - Consumo para el público en general, especialmente niños.
Empaque y presentaciones	- Empacado en bolsas de polietileno de alta densidad - Presentación una (1) unidad de 100 gr.
Vida útil esperada	- Seis (6) meses a temperatura ambiente
Instrucciones en la etiqueta	- Freír en aceite vegetal a temperaturas entre 180 y 200 °C. antes de consumir. Realizar pruebas de frituras con una lámina, hasta lograr expansión. - Consérvese en lugar fresco y seco.
Controles especiales durante la distribución y comercialización	- Por su textura quebradiza, controlar las unidades de empaques, cajas o estibas. - Control de la humedad ambiental del lugar de almacenamiento.

Fuente: Con base en el Modelo NFPA (1993).(Romero, J.1996).

FORMATO IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS Y PELIGROS.

<p>NOMBRE DE LA EMPRESA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga <p>DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Taganga – Santa Marta D.T.H.C - Magdalena – Colombia 	<p>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Láminas secas que al contacto brusco con aceite caliente se expanden. <p>MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Almacenar a temperatura ambiente en un lugar fresco y seco. <p>USO Y MODO DE CONSUMO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pasaboca. Freír antes de consumir
--	--

Etapas de Proceso	Identificación de riesgos potenciales introducidos o mantenidos en esta etapa.	Riesgo significativo para la seguridad del alimento SI – NO	Severidad	Justificación de la toma de decisión de la Columna 3	Medidas preventivas	¿Es esta etapa un PCC ?
ADQUISICIÓN Y RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	<p>FÍSICO:</p> <p>BIOLÓGICO:</p> <p>Formación de histamina (Biotoxina) en Bonito y el Ojogordo</p>	<p>NO</p> <p>SI</p>	Alta	Los pescadores de Taganga no entregan la materia prima enhielada y estas especies poseen alto contenido de histidina que a temperatura por encima de 3 °C se transforman en histamina.	<p>Capacitar a los pescadores en la manipulación y preservación de la materia prima.</p> <p>Especificación de compra, materia prima enhielada por debajo de 3°C</p>	

Viene ...

Etapas de Proceso	Identificación de riesgos potenciales introducidos o mantenidos en esta etapa.	Riesgo significativo para la seguridad del alimento SI - NO	Severidad	Justificación de la toma de decisión de la Columna 3	Medidas preventivas	¿Es esta etapa un PCC ?
ADQUISICIÓN Y RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	Contaminación por microorganismos patógenos.	SI	Baja	Las especies de C.G.S.M a demás de su propia carga microbiológica, poseen un excedente debido a la contaminación por fecales existentes en este lugar. Mala manipulación de la materia prima Machuelo, Cojinoa, Bonito y Ojogordo.	Lavado con agua clorada a una concentración de 0.5 ppm. Capacitación (BPM). Especificación de compra materia prima en hielada, a 3 °C.	SI
	QUÍMICO: Contaminación de la Ciénaga de Santa Marta por residuos agrícolas, industriales y de fumigación que producen en los	SI	Alta	La acumulación de metales pesados en el músculo del pescado puede producir en el consumidor enfermedades como anemia ferropénica y plumbosis.	Rechazar esta clase de materia prima y adquirirla en otro lugar.	

Viene..

Etapas de Proceso	Identificación de riesgos potenciales introducidos o mantenidos en esta etapa.	Riesgo significativo para la seguridad del alimento SI - NO	Severidad	Justificación de la toma de decisión de la Columna 3	Medidas preventivas	¿Es esta etapa un PCC ?
ADQUISICIÓN Y RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	peces acumulación de plagicidas organofosforados y organoclorados y de metales pesados (plomo, cobre), esto para la Lisa y el Macabí.	SI	Alta	Los organofosforados ocasionan problema en la transmisión del impulso nervioso hacia el cerebro, los organoclorados, destrucción hepática daño cerebral y daño en el sistema oseo.	Rechazar esta clase de materia prima y adquirirla en otro lugar.	SI
LIMPIEZA	FÍSICO: BIOLÓGICO: Multiplicación de microorganismos patógenos.. QUÍMICO:	NO SI NO	Baja	Por superficie de contacto (mesa, cuchillo, etc.) y por mala manipulación en el eviscerado.. Demora en el proceso.	Aplicar buenas practicas de manufactura (BMP), programas de limpieza y saneamiento Rapidez en la operación.	NO

Viene..

Etapas de Proceso	Identificación de riesgos potenciales introducidos o mantenidos en esta etapa.	Riesgo significativo para la seguridad del alimento SI - NO	Severidad	Justificación de la toma de decisión de la Columna 3	Medidas preventivas	¿Es esta etapa un PCC ?
PESAJE	FÍSICO	NO	Baja	Multiplicación por superficie de contacto con equipos contaminados.	Aplicar BPM Aplicar el programa de aseo y saneamiento.	NO
	BIOLÓGICO: Multiplicación de microorganismos patógenos.	SI				
PICADO	QUÍMICO:	NO	Baja	Por superficie de contacto, equipos contaminados, y operarios.	Aplicar BPM Aplicar el programa de aseo y saneamiento.	NO
	FÍSICO: BIOLÓGICO: Crecimiento de microorganismos patógenos.	NO SI				
	QUÍMICO:	NO				

Viene..

Etapas de Proceso	Identificación de riesgos potenciales introducidos o mantenidos en esta etapa.	Riesgo significativo para la seguridad del alimento SI - NO	Severidad	Justificación de la toma de decisión de la Columna 3	Medidas preventivas	¿Es esta etapa un PCC ?
HOMOGENEIZADO	FÍSICO:	NO				
	BIOLÓGICO: Multiplicación de microorganismos patógenos.	SI	Baja	Contaminación de equipos. Crecimiento por aumento de temperatura en la masa por fricción de las cuchillas. Contaminación por los ingredientes agregados. Contaminación por operarios. Demora en el proceso.	Programa de aseo y saneamiento. Control de la temperatura de la masa a menos de 10° C y tiempo máximo de mezclado 15 minutos. Proveedor confiable y control de almacenamiento. Rapidez en la operación.	NO
	QUÍMICO:	NO				

Viene..

Etapas de Proceso	Identificación de riesgos potenciales introducidos o mantenidos en esta etapa.	Riesgo significant e para la seguridad del alimento SI - NO	Severidad	Justificación de la toma de decisión de la Columna 3	Medidas preventivas	¿Es esta etapa un PCC ?
MOLDEADO	QUÍMICO:	NO	Baja	Fundas mal almacenadas, contaminadas con polvo, heces de insectos o roedores.	Control al proveedor de fundas. Almacenar en un lugar aseado. Control de plagas y roedores.	NO
	BIOLÓGICO: Contaminación por microorganismos patógenos..	SI				
COCCIÓN	QUÍMICO:	NO	Alta	Actividad del polvo de hornear durante esta etapa.	Control de temperatura. Cocción lenta.	NO
	FÍSICO: Ruptura de fundas y escape de la masa.	NO		La temperatura final de cocción no es alcanzada.	Control de la temperatura de cocción del rollo 80-85 °C.	
	BIOLÓGICO: Sobrevivencia de microorganismos patógenos .	SI		QUÍMICO:	NO	

Viene..

Etapas de Proceso	Identificación de riesgos potenciales introducidos o mantenidos en esta etapa.	Riesgo significativo para la seguridad del alimento SI - NO	Severidad	Justificación de la toma de decisión de la Columna 3	Medidas preventivas	Es esta etapa un PCC ?
ENFRIAMIENTO	<p>FÍSICO:</p> <p>BIOLÓGICO: Multiplicación de microorganismos patógenos.</p> <p>QUÍMICO:</p>	<p>NO</p> <p>SI</p> <p>NO</p>	Baja	Disminución de temperatura muy lenta.	Controlar tiempo de enfriamiento de los rollos.	NO
CORTE	<p>FÍSICO:</p> <p>BIOLÓGICO: Crecimiento de microorganismos patógenos..</p> <p>QUÍMICO:</p>	<p>NO</p> <p>SI</p> <p>NO</p>		<p>Superficie de contacto con maquinas contaminadas.</p> <p>Contaminación por operarios.</p>	<p>Aplicar BPM programa de aseo y saneamiento.</p> <p>Capacitación operarios.</p>	NO

Viene..

Etapas de Proceso	Identificación de riesgos potenciales introducidos o mantenidos en esta etapa.	Riesgo significativo para la seguridad del alimento SI - NO	Severidad	Justificación de la toma de decisión de la Columna 3	Medidas preventivas	Es esta etapa un PCC ?
SECADO	FÍSICO:	NO				
	BIOLÓGICO: Multiplicación de microorganismos patógenos..	SI	Baja	Contaminación por el medio ambiente (polvo, hormigas, etc.).	Utilizar secadores que brinden buena protección	NO
	QUÍMICO:	NO	Alta	Por un secado insuficiente, humedad elevada que permite el crecimiento de bacterias y otros microorganismos.	Establecer un lugar de secado, no expuesto al aire libre. Proporcionar un buen secado alcanzando una humedad final de 8.5% aproximadamente (textura quebradiza)	

Viene ...

Etapas de Proceso	Identificación de riesgos potenciales introducidos o mantenidos en esta etapa.	Riesgo significativo para la seguridad del alimento SI - NO	Severidad	Justificación de la toma de decisión de la Columna 3	Medidas preventivas	¿Es esta etapa un PCC ?
EMPAQUE	FÍSICO:	NO				NO
	BIOLÓGICO: Contaminación por microorganismos patógenos.	SI		Bolsas contaminadas por el mal manejo en el almacenamiento.	Almacenamiento adecuado de las bolsas de empaque en un lugar limpio. Programa de aseo y saneamiento.	
	QUÍMICO:	NO				
ALMACENAMIENTO	FÍSICO:	NO	Baja	La hojuela seca picada absorbe humedad del ambiente y propicia el medio para hongos, levaduras y éstos a los de bacterias	Control de humedad en el cuarto de almacenamiento; además del control de plagas y realizar aseo.	NO
	BIOLÓGICO: Crecimiento de microorganismos patógenos.	SI				
	QUÍMICO:	NO				

6.3.7.1 Puntos Críticos de Control (PCC). En el proceso de elaboración del producto pesqueros tipo “chicharrón” se escogió como PCC, la siguiente operación:

Adquisición y recepción de materia prima. Se analizaron las diferentes especies usadas durante el proceso de chicharrón y se consideró que en *Lisa Mugil incilis* y el Macabí *Elops saurus*, procedentes de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), existen riesgos químicos debido a los niveles de contaminación que presenta este ecosistema, producidos por residuos agrícolas industriales y de fumigación, los cuales pueden acumularse en el músculo y cabeza de las especies pesqueras (tales como plaguicidas y metales pesados), produciendo enfermedades en el consumidor; por ejemplo: anemia ferropénica, plumbosis, impotencia muscular, lesiones hepáticas, renales y cerebrales, entre otras. Como no aparece una etapa posterior en el proceso que elimine estos riesgos se asume, por lo tanto como un PCC.

También existen riesgos biológicos en esta operación, para el caso de las dos especies citadas con anterioridad, debido a que son receptoras de la carga microbiológica generada por la contaminación fecal existente en el lugar, situación que evidencia el riesgo para el consumidor a causa de los microorganismos patógenos.

En relación con las especies Ojogordo *Selar crumenophthalmus*, Bonito *Euthynnus alletteratus*, Machuelo *Opisthonema oglinum* y Cojinoa *Caranx crysos*, los riesgos biológicos para el consumidor por microorganismos patógenos se presentan normalmente como producto de una mala manipulación y no a causa de la carga microbiológica portada por los peces. Sin embargo, para los casos del Bonito *Euthynnus alletteratus* y Ojogordo *Selar crumenophthalmus*, existe otro riesgo biológico adicional debido a la formación de la bio-toxina histamina, la cual produce alteraciones nerviosas en el consumidor. Los pescadores de Taganga no entregan la materia prima enhielada y estas especies poseen un alto contenido de histidina que a temperatura por encima de 5 °C por acción bacteriana y de sus enzimas dan origen a la formación de histamina, una razón más para considerar esta fase un PCC.

FORMATO MONITOREO DE PUNTOS CRÍTICOS

NOMBRE DE LA EMPRESA: Centro Planta Piloto de Taganga	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO: - Láminas secas que al contacto brusco con aceite caliente se expanden.
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA: Taganga – Santa Marta D.H.T.C - Magdalena – Colombia	MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN: - Almacenar a temperatura ambiente en lugar fresco y seco USO Y MODO DE CONSUMO: - Pasaboca. Freír antes de consumir

Punto crítico de control	Riesgos significativos	Límites críticos para cada medida prev.	MONITOREO				Acciones correctivas	Registros	Verificación
			¿Qué?	¿Cómo?	¿Cuándo?	¿Quién?			
RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	BIOLÓGICO: Formación de histamina en Bonito y en Ojo Gordo.	Temperatura menor de 5° C.	Temperatura de llegada.	Con un termómetro.	Cada lote recibido.	Supervisor	Rechazar el lote	Compra de materia prima, control proveedores	Auditoría
	Contaminación por microorganismos patógeno		Temperatura de llegada.	Con un termómetro.		Supervisor	Rechazar el lote	Compra de materia prima, control proveedores	Auditoría
	QUÍMICO: Presencia de metales pesados en el músculo. (Macabí y Lisa)	Ausencia	Metales pesados	Análisis de laboratorio	Cada lote recibido.	Supervisor	Rechazar el lote		

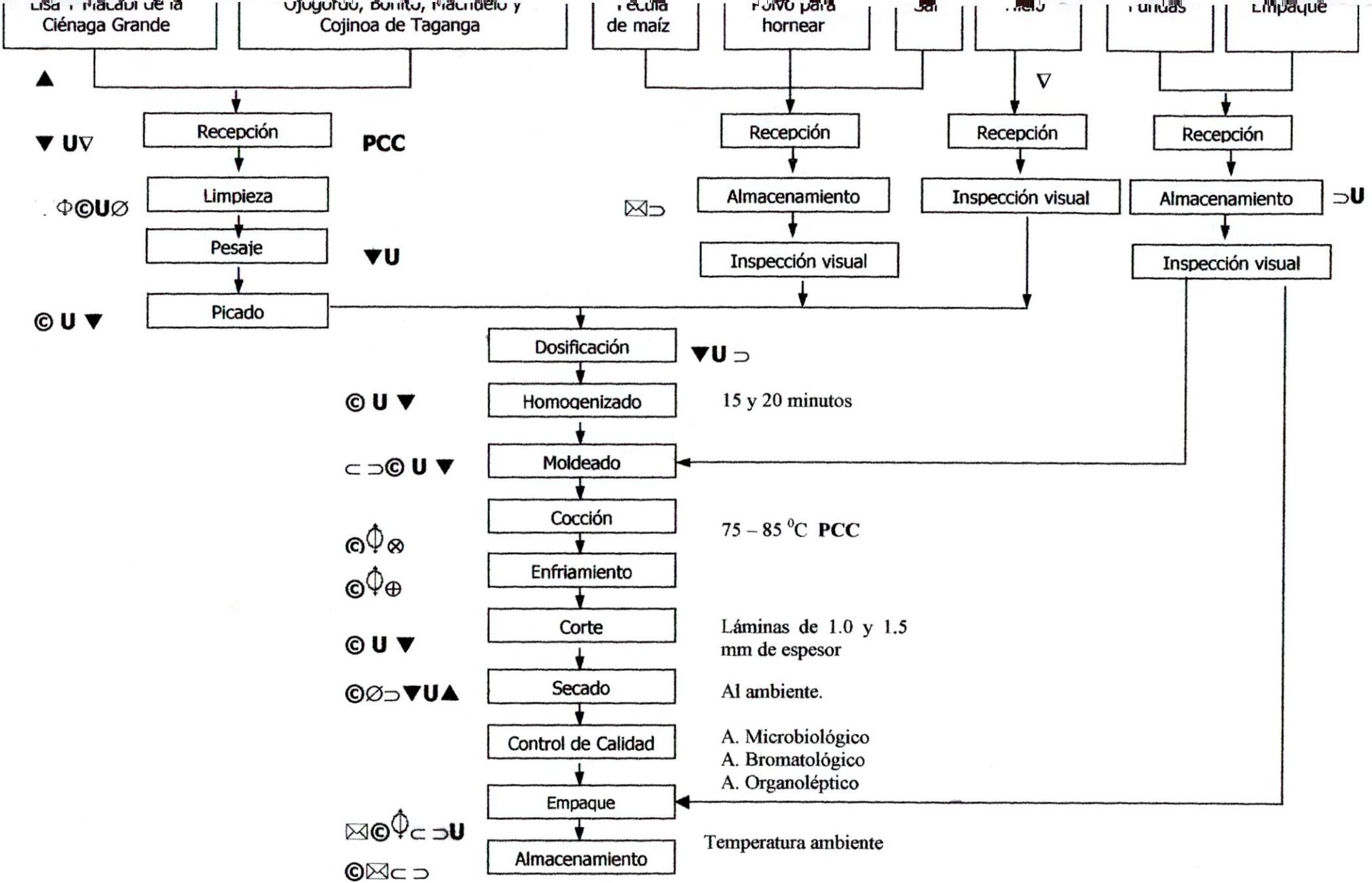


Figura 21. Diagrama de flujo HACCP para la elaboración del chicharrón de pescado

Símbolo	Descripción
□	Etapa de proceso
→	Dirección de flujo
∇	Materia prima posiblemente contaminada
▼	Posible contaminación microbiológica por superficies.
▲	Posible contaminación ambiental
U	Posible contaminación por operarios
⊃	Posible contaminación por plagas
⊂	Posible migración de contaminantes desde el empaque
⊕	Posible reproducción de microorganismos
⊗	Destrucción térmica de microorganismos
⊖	Destrucción microbiana por agentes desinfectantes
∅	Eliminación de contaminantes por otros métodos
⊙	Posible supervivencias de microorganismos
©	Posible permanencia de contaminantes
⊠	Posible alteración del empaque
PCC	Punto crítico de control
PC	Punto de control
PCM	Punto de control de manufactura

Fuente: Punto Crítico (Romero, 1996, 99)

Cuadro 46. Símbolos empleados en los flujogramas HACCP

7. 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 estos 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 realizadas 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 chicharrones 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.
- La evaluación de aceptabilidad mediante el test hedónico realizado con las hojuelas fritas, demostró que las de mayor aceptación por los panelistas en cuanto olor, color, sabor y crocantez, fueron las elaboradas con pulpa de Macabí *Elops saurus*.

- La prueba de anaquel determinó que los chicharrones de pescado en presentación láminas secas tienen una vida útil por encima de las dieciséis (16) semanas, manteniendo estables sus condiciones de expansión, crocantez, sabor y olor, con notables modificaciones en la coloración.
- El costo de producción de los chicharrones de pescado (láminas secas) varió entre 13561.28 y 24770.33 \$/kg de producto terminado; correspondiente el menor al procesado con pulpa de Macabí *Elops saurus*, y el mayor, el de Cojinoa *Caranx crysos*.
- Al comparar los costos de producción de los chicharrones procesados a partir de pulpa de pescado, se puede observar que las especies Macabí *Elops saurus*, Lisa *Mugil incilis* y Machuelo *Opisthonema oglinum* arrojaron los costos más bajos, 13.561 14.782 y 15.067 \$/Kg de producto terminado (láminas secas), respectivamente.
- El estudio comparativo de precios de venta en algunas marcas comerciales de chicharrones (“Al fresco”, “Margarita” y “Cronch”) y de chicharrones de pescado determinó que los últimos presentan menores precios exceptuando el producto terminado (hojuelas fritas) procesado a partir de pulpa de Cojinoa *Caranx crysos*.

- Según los costos de producción de los chicharrones de pescado y los resultados obtenidos en el estudio comparativo de precios de venta al público, se puede afirmar que este alimento es susceptible de ser producido y comercializado en forma continua; para obtener buenas utilidades.
- Evaluadas las variables dependientes, se estableció que la materia prima Macabí *Elops saurus*, obtuvo la mayor calificación (98.08), indicando ser la mejor para el proceso de elaboración del chicharrón de pescado, no obstante las especies Lisa *Mugil incilis* (81.29) y Machuelo *Opisthonema oglinum* (79.28) presentaron buenos puntajes (Cuadro 45), demostrando que pueden ser alternativas para la producción de chicharrones de pescado.
- Al aplicar los principios del Sistema de Aseguramiento de la Calidad HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) durante el proceso de elaboración del chicharrón de pescado, se escogió como Punto Crítico de Control (PCC) de esta línea de proceso la adquisición y recepción de la materia prima.

8 RECOMENDACIONES

- Se hace necesario ensayar el procesamiento de este alimento pesquero utilizando especies dulce acuícolas o de aguas continentales con el fin de aprovechar de manera integral el recurso hídrico de estas zonas.
- Para la elaboración del producto pesquero tipo chicharrón se hace necesario utilizar materia prima con buen índice de frescura, condición microbiológica aceptable y que no implique riesgos químicos para el consumidor.
- Al momento de seleccionar una materia prima para el proceso tecnológico del chicharrón de pescado, se deben tener en cuenta especies subvaloradas comercialmente.
- Es posible adicionar a la formulación base del chicharrón de pescado saborizantes y colorantes con el fin de hacer más atractivo el producto final al gusto del consumidor.

- Al utilizar antioxidantes en el procesamiento del chicharrón de pescado se puede evitar en parte el cambio de coloración en las láminas secas causada por la oxidación de las grasas y proteínas sarcoplasmáticas.
- Para el consumo de los chicharrones de pescado se sugiere freír las hojuelas en aceite vegetal a temperaturas entre 180 y 200 °C por cinco (5) segundos.
- Para la comercialización del producto pesquero tipo chicharrón se recomienda utilizar la presentación láminas secas empacadas en bolsas de polietileno y envasadas en cajas de cartón, para evitar la ruptura de las láminas por acción mecánica.
- Si se desea comercializar los chicharrones de pescado después de fritura se hace necesario utilizar empaques multicapas (ejemplo: polipropileno orientado revestido con cloruro de polivilideno laminado con polipropileno orientado) como los usados por los productos tipo snack (Chitos, Gudiz, Boliqueso, etc).
- En el procesamiento de chicharrón de pescado se debe tener en cuenta la reacción del agente expansivo con la materia prima con el fin de evaluar el efecto de crocantez .

- Para futuras investigaciones se recomienda tener especial atención en la operacionalización de las variables, específicamente en la revisión bibliográfica de las características bromatológicas de las especies seleccionadas, porque de estas dependen las relaciones escogidas para el estudio.

BIBLIOGRAFIA

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., LOPEZ, 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, Maria . 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 POST-GRADO 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 TECNOLOGICO 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 Meseikan. 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, Varayanond. Quality preservation of foods by plastic packaging. United Nations University Fellowship Report. 1986. p.. 5-29.

ANEXOS

Anexo A. Formato para prueba de aceptación de los chicharrones de pescado según el test hedónico.

Formulación Puntaje	1				2				3				4				5				6			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1. Extremadamente agradable																								
2. Muy agradable																								
3. Moderadamente agradable																								
4. Ligeramente agradable																								
5 Indiferente																								
6. Ligeramente desagradable																								
7. Moderadamente desagradable																								
8. Muy desagradable																								
9. Extremadamente desagradable																								

A. Crocantez	B. Color	C. Sabor	D. Olor
--------------	----------	----------	---------

Anexo B. Tabla de valores para X^2 (Chi Cuadrado)



GL	$\infty = 0.250$	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	1.323	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	2.773	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	4.108	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	5.385	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	6.626	9.236	11.071	12.833	15.086	16.750
6	7.841	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	9.037	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	10.219	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	11.389	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	12.549	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	13.701	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12	14.845	18.549	21.026	23.337	26.217	28.299
13	15.984	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14	17.117	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15	18.245	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801
16	19.369	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17	20.489	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718
18	21.605	25.989	31.526	34.805	34.805	37.156
19	22.718	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582
20	23.828	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
30	34.800	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672
40	45.616	51.805	55.758	59.342	63.691	66.766
50	56.334	63.167	67.505	71.420	76.154	79.490
60	66.981	74.397	79.082	83.298	88.379	91.952
80	88.130	96.578	101.879	106.629	112.329	116.321
90	98.650	107.565	113.145	118.136	124.116	128.299