

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA

OBTENCIÓN DE PULPA DE PESCADO SALADA ESTABLE A TEMPERATURA
AMBIENTE

Por

Silvana Lorena MEDINA NÚÑEZ

TESIS DE GRADO presentada como uno de los
Requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias
Orientación: Higiene, Inspección, Control
y Tecnología de los Alimentos
de Origen Animal.

MODALIDAD ENSAYO EXPERIMENTAL

134 TG

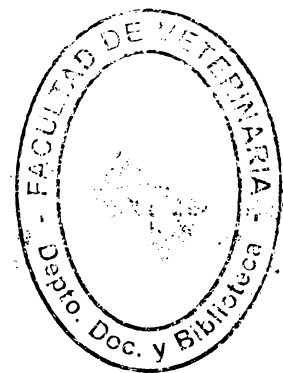
Obtención de pu

Medina Núñez, Silvana Lorena



FV/28257

MONTEVIDEO
URUGUAY
2009



PAGINA DE APROBACIÓN

TESIS DE GRADO aprobada por:

Presidente de mesa:

Dr. Eduardo Aguirre

Segundo miembro (Tutor):



Dr. José Pedro Dragonetti Saucero

Tercer miembro:

Dra. Cristina López


Co-Tutor:

Dra. Cristina Friss de Kereki

Fecha:

25 de Mayo de 2009.-

Autor:



Silvana Lorena Medina Núñez

AGRADECIMIENTOS

A mi querida Facultad de Veterinaria, gracias por recibirme cuando llegué. Por las perdidas, las ganadas y por lo que aprendí de todas. A todos los profesores de quienes aprendí.

Al Instituto de Investigaciones Pesqueras: "Dr. V. H. Bertullo" en su conjunto, por brindarme un lugar donde desarrollarme específicamente y donde encontrar mi Tesis.

Al Dr. José Pedro Dragonetti: mi Profesor y Tutor. Gracias por enseñarme. Ha sido un honor para mí.

A la Dra. Cristina Friss de Kereki: mi Profesora y co-tutora, por la idea, por acompañarme y enseñarme, mi admiración y respeto. Gracias por todo.

A mis compañeros del IIP: Walter, Mario, Ernesto, Nancy; gracias por estar siempre para darme una mano.

A la Lic. Andrea Cristiani , por facilitarme bibliografías.

A DINARA-MGAP

Dra. Dinorah Medina, Q. F. Ignacio Giudice por los análisis de Aw.

A IMM-SRA-Laboratorio de Microbiología Alimentaria:

Sr. Miguel Fernández, Dra. Marcela Legnani, Dra. Enart Gularte, Dr. Ronald Alsó, Dr. Darío Cores, Dra. Ana Ramos. Por permitirme realizar los análisis bacteriológicos.

A IMM-SRA-Laboratorio de Química. Q. F. Gabriela Luqui por permitirme realizar análisis de Aw.

A la Dra. Alicia Dib por la traducción del resumen.

Al Dr. José Piaggio por el asesoramiento estadístico.

A mi hermosa y amada familia: gracias por toda la contención y el amor a lo largo de este camino. Soy muy dichosa de tenerlos conmigo para compartir este momento de felicidad.

Gracias a Dios.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	VII
1. <u>RESUMEN</u>	1
2. <u>SUMMARY</u>	1
3. <u>INTRODUCCIÓN</u>	2
4. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
4.1 EL PESCADO COMO ALIMENTO	
4.1.1 <u>Definición de Pescado</u>	3
4.1.2 <u>Generalidades de la estructura muscular de los peces</u>	3
4.1.3 <u>Composición: Importancia en la calidad y aptitud para el procesamiento</u>	3
4.1.3.1 Agua.....	4
4.1.3.2 Lípidos.....	5
4.1.3.3 Proteínas.....	5
4.1.3.4 Carbohidratos.....	7
4.2 FRESCURA, DETERIORO E INOCUIDAD	
4.2.1 <u>Definiciones</u>	7
4.2.2 <u>Aspectos bioquímicos del deterioro</u>	7
4.2.2.1 Principales cambios <i>post mortem</i>	7
4.2.2.2 Cambios en las proteínas.....	8
4.2.2.3 Cambios en los lípidos.....	8
4.2.2.4 Cambios en los carbohidratos.....	8
4.2.2.5 Cambios en los fosfatos orgánicos.....	8
4.2.2.6 <i>Rigor Mortis</i> y pH.....	9
4.2.2.7 Cambios en el nitrógeno no proteico.....	9
4.2.3 <u>Aspectos microbiológicos del deterioro e inocuidad</u>	9
4.2.3.1 microflora bacteriana inicial.....	9
4.2.3.2 Microorganismos saprofitos.....	10
4.2.3.3 Microorganismos patógenos.....	10
4.2.4 <u>Enfermedades transmitidas por alimentos</u>	10
4.2.4.1 Definición.....	10
4.3 PRESERVAS	
4.3.1 <u>Definición</u>	11
4.3.2 <u>Reducción de humedad</u>	11
4.3.2.1 Alimentos de humedad intermedia.....	11
4.3.3 <u>Acidificación: el ácido cítrico</u>	12
4.3.4 <u>El Envasado al vacío</u>	13
4.3.5 <u>Salazón</u>	14
4.3.5.1 Descripción.....	14
4.3.5.2 Acción preservativa de la sal.....	15

4.3.5.3 Dinámica de la interacción sal- músculo.....	15
4.3.5.4 Pureza de la sal.....	16
4.3.5.5 Calidad microbiológica de la sal.....	16
4.3.5.6 Factores que afectan el proceso de salado.....	17
4.3.5.7 Efecto de la sal sobre las proteínas.....	17
4.3.6 <u>Salazón rápida</u>	18
4.3.6.1 Pescado salado hervido.....	18
4.3.6.2 Pescado salado envasado.....	18
4.3.6.3 Pescado salado por deshidratación e inyección.....	18
4.3.6.4 Método Anderson- Mendelsohn.....	19
4.3.6.5 Método Del Valle -Nickerson.....	19
4.3.6.6. Método de Yang y col.....	19
4.3.6.7 “La Saladita”.....	19
4.3.6.8 “La Pesquerita”.....	19
4.3.7 <u>Tecnología de Obstáculos</u>	21
4.4 PULPA DE PESCADO COMO MATERIA PRIMA	
4.4.1 <u>Definición</u>	23
4.4.2 <u>Tecnología del desmenuzado</u>	24
5. <u>OBJETIVOS</u>	25
6. <u>HIPÓTESIS</u>	25
7. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	26
7.1 MATERIA PRIMA.....	26
7.2 MATERIALES Y EQUIPOS DE PROCESAMIENTO.....	26
7.2.1 <u>Insumos</u>	26
7.2.2 <u>Materiales</u>	26
7.2.3 <u>Equipos</u>	26
7.2.4 <u>Recursos humanos</u>	27
7.3 MATERIALES Y EQUIPOS DE ANÁLISIS	
7.3.1 <u>Fisicoquímicos</u>	27
7.3.2 <u>Microbiológicos</u>	28
7.3.2.1 Instalaciones.....	28
7.3.2.2 Materiales.....	28
7.3.3 <u>Recomposición</u>	28
7.3.4 <u>Evaluación sensorial</u>	28
7.4 METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO	
7.4.1 <u>Flujograma</u>	29
7.4.2 <u>Planillas de registro de datos</u>	30
7.4.3 <u>Procedimiento</u>	30
7.4.4 <u>Recomposición</u>	33
7.4.4.1 Método de Inmersión.....	33
7.4.4.2 Método de Agua corriente.....	33
7.4.5 <u>Ensayo sensorial</u>	33

7.5 METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS	
7.5.1 <u>Análisis fisicoquímicos</u>	34
7.5.1.1 <u>Aw</u>	34
7.4.1.2 <u>pH y cloruros</u>	34
7.4.1.3 <u>Humedad</u>	34
7.5.2 <u>Análisis microbiológicos</u>	34
7.5.3 <u>Composición</u>	35
8. <u>RESULTADOS</u>	36
8.1 RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO	
8.1.1 <u>Duración de procesos</u>	36
8.1.2 <u>Registros de humedad inicial</u>	36
8.1.3 <u>Registros de peso</u>	36
8.1.4 <u>Cálculo de rendimientos</u>	36
8.1.5 <u>Recomposición y ensayo sensorial</u>	38
8.2 RESULTADOS DE ANÁLISIS	
8.2.1 <u>Análisis fisicoquímicos</u>	40
8.2.2 <u>Recuentos microbiológicos</u>	40
8.2.3 <u>Composición</u>	41
9. <u>DISCUSIÓN</u>	
9.1 RESPECTO AL PROCESAMIENTO.....	42
9.1.1 <u>Duración de los procesos</u>	42
9.1.2 <u>Humedad</u>	42
9.1.3 <u>Rendimientos</u>	42
9.1.3.1 <u>Rendimientos y conveniencia</u>	43
9.1.4 <u>Especies utilizadas</u>	44
9.1.5 <u>Recomposición</u>	44
9.1.6 <u>Ensayo sensorial</u>	44
9.2 RESPECTO A LOS RESULTADOS DE LABORATORIO.....	45
9.2.1 <u>Bacteriología</u>	45
9.3 EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD E INOCUIDAD.....	46
9.3.1 <u>pH</u>	46
9.3.2 <u>Aw</u>	46
9.3.3 <u>Humedad</u>	47
9.3.4 <u>NaCl</u>	47
10. <u>CONCLUSIONES</u>	48
11. <u>RECOMENDACIONES</u>	49
12. <u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	50
12. <u>ANEXOS</u>	54
ANEXO I. Planilla de registro de datos.....	54
ANEXO II. Planilla de evaluación sensorial para P5P-INM y P5P-AC.....	55

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

Pág.

CUADROS

1. Composición porcentual de filetes de Corvina <i>M. furnieri</i> y Pescadilla <i>C. guatucupa</i>	4
2. Rendimiento porcentual de parte comestible de Corvina <i>M. Furnieri</i> y Pescadilla <i>C. guatucupa</i>	5
3. Bacterias patógenas transmitidas por pescados.....	10
4. Potencial Redox y crecimiento de microorganismos.....	14
5. Las bacterias y su crecimiento en relación con el NaCl.....	17
6. Aplicación de obstáculos en la preservación de alimentos.....	22
7. Obstáculos aplicados a “La Pesquerita”.....	22
8. Factores limitantes del crecimiento de distintas bacterias.....	23
9. Materiales empleados en los análisis fisicoquímicos.....	27
10. Medios empleados para el cultivo bacteriano.....	28
11. Días de almacenamiento del producto en que se realizaron los análisis microbiológicos.....	34
12. Diluciones, tiempos y temperaturas empleadas para el cultivo bacteriano.....	35
13. Registro de humedad de pulpa sin procesar.....	36
14. Registros de peso de los cinco ensayos.....	36
15. Cálculo de Rendimientos para los cinco procesos.....	37
16. Cálculo de rendimiento promedio por especie.....	38
17. Peso y porcentaje de cloruros del producto recompuesto.....	38
18. Prueba sensorial de P5P-INM.....	39
19. Prueba sensorial de P5P- AC.....	39
20. Caracteres fisicoquímicos del producto obtenido.....	40
21. Recuentos microbiológicos.....	40
22. Composición del producto obtenido y otros productos pesqueros.....	41
23. Valoración de rendimientos obtenidos.....	43
24. Relación Rendimiento/ Humedad de los 5 productos obtenidos.....	44
25. Comparación con parámetros para el estudio de estabilidad e inocuidad.....	46

FIGURAS

1. Valores admitidos para el ácido cítrico según Norma Codex(2007).....	12
2. Diagrama de flujo del proceso de la pulpa de pescado salada de Maza (1994)..	20
3. Flujograma empleado para los ensayos de procesamiento.....	29
4. Corte espalmado.....	30
5. Pasaje por la despulpadora.....	31
6. Mezcla de la pulpa con ácido cítrico y sal.....	31
7. Centrifugación de la pulpa salada.....	32
8. Prensado de la pulpa salada.....	32
9. Envasado y sellado al vacío de la pulpa salada.....	33
10. Gráfico de rendimientos obtenidos para los cinco ensayos.....	37
11. Gráfico de rendimiento promedio por especie.....	38
12. Monitoreo de temperatura de la pulpa.....	42
13. Muestras recompuestas a titular.....	44

1. RESUMEN

El presente trabajo describe la realización de un proceso de elaboración en el que se aplicó la tecnología de obstáculos a pulpa de pescado, con el fin de evaluar su estabilidad a temperatura ambiente e inocuidad. Se empleó para tal fin corvina *Micropogonias furnieri* y pescadilla de calada *Cynoscion guatucupa*. El trabajo consistió en 5 ensayos experimentales de procesamiento: en 2 se empleó corvina y en 3 se empleó pescadilla. La pulpa fue sometida a los siguientes tratamientos: salazón, acidificación, reducción de humedad y envasado al vacío. Al finalizar el proceso, los productos fueron evaluados mediante análisis fisicoquímicos (actividad de agua, pH, concentración porcentual de cloruros y humedad). Los cinco lotes obtenidos, fueron almacenados a temperatura ambiente durante 90 días. Durante el período mencionado, se realizaron análisis microbiológicos (aerobios mesófilos totales, coliformes y *Escherichia coli*, *Clostridium* sulfito reductores, *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes*), sensorial y de composición. Para evaluar los productos obtenidos, se los contrastó con los parámetros fisicoquímicos de un producto elaborado por el Instituto Tecnológico Pesquero del Perú, al que se lo tomó como patrón, y presentaron características similares. No se detectó crecimiento de patógenos en el período de almacenamiento. Se obtuvo un producto de humedad intermedia, con una concentración promedio de sal de 23.6%. Los productos resultaron estables a temperatura ambiente, de aceptables perfiles nutricionales y organolépticos, aptos para consumo humano.

Palabras clave: pescado salado, pulpa de pescado, tecnología de obstáculos.

2. SUMMARY

This paper describes the implementation of a development process in which hurdle technology on fish flesh was applied, in order to evaluate its stability at room temperature and safety. Croaker *Micropogonias furnieri* and sea trout *Cynoscion guatucupa* were used for this purpose. This work consisted on five experimental processing: croaker were used on 2 tests and sea trout were used on 3. Samples were subjected to: salting, acidification, reduction of moisture and vacuum packaging. At the end of the processes, products were evaluated by physicochemical analysis (water activity, pH, concentration of chlorides and moisture percentage). Five batches were obtained and stored at room temperature for 90 days and microbiological analysis (total aerobic mesophiles, coliforms and *Escherichia coli*, *Clostridium* sulfite reducers, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*); sensory and compositional tests were made. Final samples were contrasted with the parameters of a product produced by the Instituto Tecnológico Pesquero del Peru as a patron, and they presented similar profiles. Growing pathogens were not founded in the storage period. An Intermediate moisture product, with 23.6% of salt average was obtained. Products were stable at room temperature with acceptable organoleptic and nutritional profiles for human consumption.

Keywords: salted fish, minced fish, hurdle technology.

3. INTRODUCCIÓN

Grandes sectores de la población mundial sufren de una marcada deficiencia proteica en su dieta, principalmente de proteínas de alto valor biológico, como lo son las de origen animal. El consumo de proteína animal acuática mundial se ha incrementado en los últimos años. A pesar de esto, los recursos pesqueros -gran fuente de proteínas- no son aprovechados íntegramente para su consumo.

El pescado desmenuzado y sus derivados aparecen como una opción válida, a bajos costos, seguro para el consumo por parte de niños y ancianos por carecer de espinas. Debido a que los productos de origen marino se deterioran fácilmente, es de suma importancia contar con métodos efectivos de preservación. Existe una gran variedad de técnicas y procesos aplicados al aprovechamiento y preservación de los recursos pesqueros. Sin embargo, cabe señalar que para obtener un producto ventajoso, éste debe cumplir con por lo menos cuatro condiciones: inocuidad, preservación efectiva, aceptación del consumidor y costo razonable.

Existe una forma de preservación de pulpa de pescado, desarrollada por el Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (ITP), a partir de especies pelágicas pequeñas. En su elaboración se mezcla la pulpa de pescado con ácido cítrico y sal fina, luego se la prensa y envasa al vacío. De esta forma se obtiene un producto estable, con una vida útil estimada de tres meses en condiciones de temperatura ambiente. Para su consumo es necesario reconstituir el producto con agua potable, quedando apto para ser utilizado en diferentes preparaciones. Esta tecnología permitiría el máximo aprovechamiento de los recursos pesqueros, principalmente de aquellos de bajo valor comercial, además de la prolongación de la vida útil sin refrigeración, abriendo nuevas alternativas de consumo, tanto en situaciones carenciales o de emergencia, como en el ámbito culinario.

En consideración a esto, el presente trabajo está motivado a instrumentar la técnica mencionada con especies locales, y a estudiar en el producto final los aspectos fisicoquímicos, de composición, estabilidad e inocuidad. Se trabajó con pulpa de corvina *Micropogonias furnieri* y pescadilla de calada *Cynoscion guatucupa*, especies magras de fácil disponibilidad en el mercado y relativamente económicas.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 EL PESCADO COMO ALIMENTO

4.1.1 Definición de Pescado

“La denominación de <<pescado>> se utiliza corrientemente como (1) un nombre específico de los peces miembros de las clases *Pisces* y *Elasmobranchia* que nadan libremente y (2) como término genérico que incluye a todos los pescados comestibles de agua dulce y marina, a moluscos y crustáceos” (ICMSF,1998).

Según FAO/OMS (2003), son peces o pescado, todos los vertebrados e invertebrados acuáticos ectotérmicos. Se incluyen píscidos, elasmobranquios y ciclóstomos. No incluye a los anfibios ni a los reptiles acuáticos.

4.1.2 Generalidades de la estructura muscular de los peces

Según Dragonetti (2008), los peces tienen mayor proporción de tejido muscular en relación a otros vertebrados, por lo que se obtiene mayor rendimiento en los primeros. La musculatura esquelética, se encuentra formada por cortas unidades denominados miótomos, que se alternan con láminas de tejido conjuntivo, denominados miosepta o miocomata según el caso. Estos miótomos se encuentran alineados debajo de la piel.

“La gran masa muscular está representada por los grandes músculos laterales, que se extienden regularmente desde la cabeza y arco pectoral, a lo largo de los lados y hasta la base de la cola. Cada gran masa está burdamente dividida longitudinalmente en las porciones dorsales y ventrales, y verticalmente entre los segmentos o miómeros” (Bertullo,1975).

La mayoría de los peces presentan fibras musculares rojas, blancas y rosadas. La proporción de las mismas, depende de los hábitos de desplazamiento de las diferentes especies. Desde el punto de vista tecnológico, la cantidad y disposición de las diferentes fibras musculares, así como sus características estructurales y fisiológicas, influyen en las propiedades organolépticas, fundamentalmente color y sabor. Asimismo, influyen en el fenómeno del *Rigor Mortis* y en la probabilidad de enranciamiento oxidativo del ejemplar (Dragonetti, 2008).

4.1.3 Composición: Importancia en la calidad y aptitud para el procesamiento

Según ICMSF (1998), el pescado y los mariscos ocupan el segundo lugar, como fuente de proteína animal en la mayor parte del mundo. La porción comestible de los animales acuáticos, es rica en proteína y pobre en carbohidratos. Su composición varía según el ciclo reproductivo y el contenido de lípidos y agua varían en sentido inverso. Esto influye en la textura, *flavor* y posiblemente en la alteración microbiana.

Según Sikorski (1994), los componentes principales en el cuerpo de los peces dependen principalmente de la especie, grado de madurez sexual, alimentación y ciclo reproductivo. El pescado aporta proteínas de alto valor biológico, así como una amplia variedad de sales minerales, microelementos, vitaminas hidro y liposolubles e hidratos de carbono. Los principales componentes químicos de la carne de pescado son: agua, proteína y lípidos. En conjunto forman hasta el 98% del peso total de la carne. Estos componentes tienen máxima importancia en lo referente a valor nutritivo, propiedades texturales, calidad organoléptica y capacidad de almacenamiento de la carne.

Según Bertullo (1975), los constituyentes principales de los alimentos marinos son: agua del 66 al 84%; proteínas del 15 al 24%; lípidos del 0,1 al 22% y minerales del 0,8 al 2%.

De acuerdo a la "Tabla de composición de alimentos del Uruguay" (2002), Las especies en estudio del presente trabajo, se componen según el cuadro 1.

CUADRO 1. Composición porcentual de filetes de Corvina *M. furnieri* y Pescadilla *C. guatucupa*

Nombre común	Proteína	Materia grasa	Humedad	Cenizas	Carbohidratos
Corvina	19.5	1.9	77	1.3	0.4
Pescadilla	17.8	2.8	77.7	1.5	0.2

Datos extraídos de: Tor y Herrera (2002).

4.1.3.1 Agua

Según Sikorski (1994), el agua que contiene el músculo se comporta como solvente, creando el medio idóneo para los procesos bioquímicos que acontecen en las células. El autor clasifica el agua en tres categorías: agua libre, agua interfacial y agua de movilidad restringida.

La mayor proporción del agua libre, se comporta como diluyente de las soluciones salinas durante la congelación, siendo la primera en evaporarse de los tejidos cuando la humedad ambiental es baja. La fracción de agua retenida en los espacios capilares y fijada por pequeños solutos estructurales recibe el nombre de agua interfacial. Así, como consecuencia de los cambios que experimenta la estructura de los tejidos en el transcurso del procesado, una fracción de ésta puede convertirse en agua libre. El agua de movilidad restringida es la que constituye la monocapa ubicada sobre los grupos hidrófilos de las proteínas.

Los cambios en la inmovilización y contenidos de agua en la carne inducidos por el procesado, influyen sobre las propiedades reológicas, valor nutritivo y calidad organoléptica de la carne del pescado; también ejercen gran impacto sobre la vida comercial de los diferentes productos.

4.1.3.2 Lípidos

Según Sikorski (1994), Los músculos oscuros o rojos contienen más lípidos que los músculos blancos, debido a su superior reserva energética para nadar. Los peces pelágicos tienen más músculos oscuros y son más grasos, mientras que los peces demersales, menos móviles, son generalmente magros, con carne blanca.

Según FAO/OMS (2003):

Pescado magro (pescado de carne blanca), es aquel en que las principales reservas de grasa se encuentran en el hígado, con un contenido de grasa de menos del 2% en los tejidos orgánicos.

Pescado graso: es aquel en que las principales reservas de grasa se encuentran en los tejidos orgánicos, con un contenido de grasa de más del 2%.

Según Hall *et al.* (2001), los lípidos se encuentran en el pescado de dos formas. La primera de ellas consiste de triglicéridos, siendo ésta la principal manera en que se almacenan las reservas energéticas. Se pueden observar como glóbulos de grasa acumulados sobre la carne, hígado y en algunas especies también alrededor del intestino. El segundo grupo de lípidos, principalmente fosfolípidos y colesterol, son un componente esencial de membranas celulares, mitocondrias y otras estructuras subcelulares. El autor señala que los lípidos influyen sobre la sensación de carne cocida en la boca del consumidor, que éstos son beneficiosos para la salud, y que contribuyen al aroma del pescado. Si estos se oxidan o hidrolizan, sobre todo los fosfolípidos insaturados, tienden a desarrollar sabores y olores extraños.

4.1.3.3 Proteínas

Según Bertullo (1975), La cantidad de proteínas en el pescado se encuentra influida por el contenido en materia grasa y agua. La cantidad relativa de carne influye de forma decisiva sobre la cantidad de proteínas. La cantidad y calidad de carne varían con el tamaño, edad, estadio sexual y época de captura de la especie, pero existen otros factores imputables a factores físico-químicos y al tipo de manipulación. Tal es así que un filete, con o sin piel, tendrá un mayor o menor rendimiento según sea extraído por medios manuales o mecánicos, e incluso será mayor si luego de separado el filete, se efectúa una nueva extracción de los residuos (piel y hueso) por medio de las máquinas separadoras de carne / hueso, incrementando el rendimiento más de un 10% (cuadro 2).

CUADRO 2. Rendimiento porcentual de parte comestible de Corvina *M. Furnieri* y Pescadilla *C. guatucupa*

Nombre común	Nombre científico	% Rendimiento
Corvina	<i>M. furnieri</i>	42.60
Pescadilla De calada	<i>C. striatus</i> ¹	37.27

¹ Actualmente denominada *C. guatucupa*.
Datos extraídos de Bertullo (1975).

Cuando se determina la proteína bruta en los productos de la pesca, el valor obtenido resulta de la multiplicación del nitrógeno (comprobado según el método Kjeldahl) por el factor 6.25, partiendo del concepto de que la proteína del pescado contiene un 16% de nitrógeno. Para el hombre sólo se considera como alimenticio el nitrógeno contenido en la molécula proteica. Un porcentaje de nitrógeno en el músculo del pescado representa a sustancias diversas: bases nitrogenadas, urea, creatina, anserina, entre otras.

Según Sikorski (1994), el valor nutritivo de las proteínas del pescado es muy alto, debido al valioso repertorio de aminoácidos esenciales que contienen. La digestibilidad in vivo de las proteínas de la carne cruda de pescado varía entre el 90 y 98%. La proteína bruta se constituye por el nitrógeno proteico y el nitrógeno no proteico.

Nitrógeno proteico

Según Hall *et al.* (2001), en función de la solubilidad en soluciones salinas de concentración creciente, se pueden diferenciar tres grupos de proteínas: sarcoplásmicas, miofibrilares y del estroma.

1) Proteínas sarcoplásmicas: solubles en agua; corresponden a enzimas y transportadores de oxígeno. Representan entre el 18-20% del total de las proteínas musculares.

Según Sikorski (1994), este grupo se integra por albúminas, proteínas ligadas a ácidos nucleicos, lipoproteínas y cromoproteínas. Entre las enzimas sarcoplásmicas con influencia sobre la calidad del pescado como alimento se destacan: enzimas glucolíticas e hidrolíticas de los lisosomas y enzimas que catalizan la degradación de los compuestos nitrogenados.

2) Proteínas miofibrilares: dan al músculo su estructura fibrilar y actividad muscular de contracción. Los componentes mayoritarios son: miosina, actina, tropomiosina y troponina. Representan el 65-80% de la proteína total.

Según Sikorski (1994), estas proteínas participan en el *Rigor Mortis*, capacidad de retención de agua, textura, así como de las propiedades organolépticas de los homogeneizados y picados de pescado.

3) Proteínas del estroma: forman el tejido conectivo, se componen por colágeno y elastina, representan el 3-5% de la proteína total.

Nitrógeno no proteico

Según Sikorski (1994), los compuestos nitrogenados son: ácidos nucleicos, nucleótidos, péptidos, compuestos de guanidina, sales de amonio cuaternario, aminoácidos, urea, trimetilamina (TMA) y su óxido (OTMA). Estos compuestos son en su mayoría responsables del sabor del alimento marino.

Según Bertullo (1975), estos compuestos se encuentran en el citosol e intersticios, y se extraen con rapidez de los músculos cuando se los trata con agua, de ahí el nombre de extractivos. Son muy vulnerables a la acción bacteriana; algunos se utilizan como índice de frescura en los productos de la pesca. También determinan

en los productos de la pesca la digestibilidad, valor dietético y tienen posibles efectos secretagogos, éstos son:

- 1) Bases volátiles: Amoníaco, mono, di y trimetilamina.
- 2) Bases de trimetilamonio: óxido de trimetilamina y betaínas.
- 3) Derivados de la guanidina: creatina y creatinina.
- 4) Imidazol o derivados de la glicoxalina.
- 5) Grupo misceláneo: urea, aminoácidos y derivados de las purinas.

4.1.3.4 Carbohidratos

Según Hall *et al.* (2001), el pescado almacena la mayoría de sus reservas de carbohidratos en el hígado como glucógeno. El resto se distribuye en sangre como glucosa, y en músculo blanco y rojo como glucógeno y glucosa. El glucógeno muscular es el combustible principal de la actividad natatoria.

4.2 FRESCURA, DETERIORO E INOCUIDAD

4.2.1 Definiciones

Un alimento deteriorado es aquel que está “podrido”. En contraposición a esto, cabe destacar el término “fresco”. El pescado fresco, es aquel que reúne atributos sensoriales favorables preestablecidos, acompañado de índices objetivos de frescura. La inocuidad es la aptitud para el consumo sin riesgo de contraer enfermedades. Para que el pescado sea apto para consumo, debe reunir tres características: sanidad, higiene y frescura. Es entonces mediante la inspección higiénico- sanitaria, evaluación sensorial y técnicas de laboratorio, que se dictamina la aptitud para el consumo.

Según Frazier y Westhoff (1985), el deterioro del pescado obedece a fenómenos de autólisis, oxidación y actividad bacteriana.

4.2.2 Aspectos bioquímicos del deterioro

Según Hall *et al.* (2001), El músculo del pescado consiste en una variedad de sistemas interactivos continuamente cambiantes; después de la captura y muerte esas variaciones influyen en la aceptación de la carne como alimento para el consumo humano. También pueden determinar su idoneidad para el procesado.

4.2.2.1 Principales cambios post mortem

Según Dragonetti (2008), los cambios que sufre el pescado luego de la captura (bioquímicos y microbianos) dependen de concentraciones de sustratos y metabolitos de los peces vivos, actividades de las enzimas endógenas, contaminación microbiana y condiciones de captura.

4.2.2.2 Cambios en las proteínas

De acuerdo a Sikorski (1994) y Huss (1998), los cambios que sufren las proteínas musculares después de la muerte son debidos a la acción de enzimas tisulares tales como colagenasas, catepsinas y calpaínas. En los ejemplares sin eviscerar se debe considerar también la acción de las enzimas renales, hepáticas y digestivas. La acción de las enzimas proteolíticas microbianas debe ser tomada en cuenta, si bien su acción sería de menor magnitud, que la de las anteriormente citadas.

4.2.2.3 Cambios en los lípidos

Según Sikorski (1994), las dos alteraciones características de los lípidos del pescado son la lipólisis y la rancidez oxidativa.

La hidrólisis es mediada por enzimas lipolíticas. Los primeros en hidrolizarse son los fosfolípidos, luego lo hacen los triglicéridos, ésteres de colesterol, y por último los ésteres céreos. En las últimas etapas del deterioro se incrementan significativamente la actividad de las lipasas bacterianas y las enzimas digestivas. Los procesos oxidativos son más importantes en las especies grasas, porque tienen mayor cantidad de lípidos libres y músculo rojo.

Según Pigott (1990), la principal causa de deterioro en los lípidos se denomina autooxidación, en la que los hidroperóxidos son los principales productos de la reacción inicial entre los ácidos grasos y el oxígeno. De continuar la reacción, resultan como productos finales cetonas, hidroxiácidos y aldehídos, compuestos que confieren al pescado olores y sabores indeseables o “rancios”.

4.2.2.4 Cambios en los carbohidratos

Según Dragonetti (2008), luego de la muerte, el glucógeno muscular se degrada por la vía anaerobia y por procesos autolíticos. Estos cambios provocan una pérdida de las características organolépticas del pescado fresco, tales como sabor y olor.

Según Hall *et al.* (2001), el glucógeno muscular se agota rápidamente durante la captura, y después de la muerte, cualquier residuo de glucógeno muscular se convierte en ácido láctico.

4.2.2.5 Cambios en los fosfatos orgánicos

La cantidad de Adenosín Trifosfato (ATP) presente en el músculo de los peces está directamente influenciado por el método de captura, ya que éstos y la agonía agotan las reservas de glucógeno del músculo interfiriendo en la resíntesis del ATP (Sikorski, 1994; Huss, 1997).

Según Dragonetti (2008), la principal vía de degradación del ATP *Post Mortem* es la defosforilación hasta Adenosín Monofosfato y desaminación hasta Inosina Monofosfato (IMP). Las primeras etapas en la degradación del ATP son mediadas por enzimas tisulares. La gradual pérdida del IMP, conlleva a la desaparición del olor a pescado fresco.

4.2.2.6 Rigor Mortis y pH

Según Huss (1997), Inmediatamente después de la muerte, a medida que se agota el oxígeno, se instala la glucólisis anaerobia y desciende la resíntesis de ATP del músculo. Por esta falta de sustrato, la actina y la miosina interaccionan, formando el complejo responsable de la contractura muscular, denominada en este caso *Rigor Mortis*. Como consecuencia de la glucólisis anaerobia, se acumula ácido láctico, causando una ligera disminución del pH que no es suficiente para establecer una zona de protección ácida frente al desarrollo bacteriano, como sí sucede en las carnes rojas. Debido a que hay una disminución parcial de la carga eléctrica neta de las proteínas, éstas se desnaturalizan parcialmente, disminuyendo su capacidad de retención de agua.

Según Sikorski (1994), la etapa de *Rigor Mortis* es signo seguro de frescura. A pesar de esto, cabe señalar que la inspección Higiénico Sanitaria es de importancia esencial. Este autor señala también, que la resolución del *Rigor Mortis* se da por la activación de enzimas musculares, responsables de procesos autolíticos que ablandan al músculo.

4.2.2.7 Cambios en el nitrógeno no proteico

“El cambio *post mortem* de mayor relevancia en los peces marinos es la reducción del Óxido de Trimetilamina (OTMA). En el pescado, después de la muerte se desarrollan bacterias propias del ambiente marino, pertenecientes a los géneros *Alteromonas*, *Photobacterium*, *Vibrio* y la especie *Shewanella putrefaciens*, capaces de utilizar al OTMA como aceptor final de electrones. El resultado de la reducción bacteriana del OTMA es la Trimetilamina (TMA). La TMA es una amina volátil que tiene varios roles importantes en la inspección del pescado; es responsable del característico “olor a pescado” y es fácilmente dosable por métodos químicos, lo que permite utilizarle como índice objetivo de frescura”. (Dragonetti, 2008).

4.2.3 Aspectos microbiológicos del deterioro e inocuidad

4.2.3.1 Microflora bacteriana inicial

Según ICMSF (1998), la carne del pescado es un excelente sustrato para el crecimiento de la mayoría de las bacterias heterótrofas. La carga microbiana de los peces vivos, es un reflejo de la microflora de su entorno en el momento de su captura, modificándose de acuerdo a la capacidad de los microorganismos de multiplicarse en los subambientes como la superficie de la piel, branquias y tracto digestivo. Después de la captura y muerte, dicha microflora se modifica. La temperatura, es el factor ambiental más influyente en la composición de la flora microbiana del pescado. La velocidad de alteración, aumenta al incrementar la relación superficie /volumen. Por ejemplo, al pasar del filete al desmenuzado.

Según Frazier y Westhoff (1989), la alteración microbiana no comenzaría hasta pasado el *Rigor Mortis*.

4.2.3.2 Microorganismos saprófitos

Según ICMSF (1998), la mayoría de las bacterias presentes en el pescado capturado en aguas templadas, son predominantemente halotolerantes (capaces de crecer en concentraciones de cloruro de sodio del 2 al 3%), psicrotrofas (viven en aguas de temperaturas menores a 10° C) y Gram negativas. Las principales son: *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Moraxella*, *Shewanella*, *Pseudomonas*, familia *Vibrionaceae* y *Aeromonadaceae*.

Según Hall *et. al* (2001), las bacterias Gram positivas encontradas son: *Bacillus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Lactobacillus* y corineformes.

4.2.3.3 Microorganismos patógenos

Según Sikorski (1994), aunque los peces y crustáceos marinos procedentes de áreas limpias están por lo común exentos de *Salmonella* y *Staphylococcus*, pueden resultar contaminados por patógenos durante la manipulación, procesado o almacenamiento subsiguiente. Como bacterias patógenas de origen marino, se distinguen: varias especies de *Vibrio*: *Vibrio parahemoliticus*, *V. cholerae*, *V. vulnificus* y *V. mimicus* y *Clostridium botulinum* tipo E.

Según ICMSF (1998), otros patógenos asociados al consumo de productos de la pesca son: *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli* y *Shigella spp.*

Huss (1997), clasifica a las bacterias patógenas en dos grupos: autóctonas y no autóctonas, según su procedencia del medio acuático (Cuadro 3).

CUADRO 3. Bacterias patógenas transmitidas por pescados

Bacterias autóctonas	Bacterias no autóctonas
<i>Clostridium botulinum</i>	<i>Salmonella</i>
<i>Vibrio sp.</i>	<i>Shigella</i>
<i>Aeromonas hydrophila</i>	<i>E.coli</i>
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Listeria monocytogenes</i>	

Datos extraídos de Huss, H.H. (1997).

4.2.4 Enfermedades transmitidas por alimentos

4.2.4.1 Definición : “Es el conjunto de síntomas originados por la ingestión de agua y / o alimentos que contengan agentes biológicos (microorganismos, parásitos) o no biológicos (plaguicidas o metales pesados), en cantidades tales que afecten la salud del consumidor en forma aguda o crónica, a nivel individual o de grupos de personas” (Rey y Silvestre, 2002).

4.3 PRESERVAS

4.3.1 Definición:

Son alimentos que han sido sometidos a uno o varios agentes preservadores con el fin de retardar el deterioro y prolongar así su vida útil. Entre los diversos métodos de preservación se destacan y detallan a continuación: reducción de humedad, acidificación, envasado al vacío y salazón. Combinando diferentes métodos, se aplica la denominada "tecnología de obstáculos".

4.3.2 Reducción de humedad

"El agua es esencial para la vida y los microorganismos no son una excepción" (Neave, 1986).

Según Stanchi *et al.* (2007), el contenido total y el estado del agua presente en un alimento, son igualmente importantes para la estabilidad del alimento, pero la presencia de agua libre en un alimento, es un punto fundamental para el desarrollo microbiano.

La disponibilidad de agua, se expresa en términos físicos como la actividad de agua o A_w . La A_w , representa el cociente entre la presión parcial del vapor de agua de un alimento o solución, y la presión parcial de vapor del agua pura a una misma temperatura. La humedad relativa y la actividad del agua, son directamente proporcionales. La A_w del agua pura es 1,00 y la de una solución 1,0 molar del soluto ideal sería 0,9823. El descenso del agua libre en el alimento, limitaría el desarrollo de ciertos microorganismos (cuadro 8).

Según Neave (1986), algunas formas de disminuir el A_w en un alimento son mediante:

- 1) Desorción o deshidratación.
- 2) Fijación de agua por adición de solutos: azúcares, sales, polialcoholes, ácidos y bases. Algunos factores a considerar en la selección de un soluto son: sabor, solubilidad, PM, ionización, compatibilidad con el alimento, pH, aspectos nutricionales, límites fisiológicos, vida de anaquel y aprobación sanitaria
- 3) Aislamiento de agua bajo la forma de cristales de hielo.

Según Board (1988), la eficiencia de la A_w para la preservación en un alimento dado, está influenciada por el pH del alimento y por su contenido de preservadores. Adicionando por ejemplo sorbatos, se puede controlar el crecimiento de levaduras y mohos. El autor considera que a una A_w de 0.8, se aseguraría la estabilidad microbiológica.

4.3.2.1 **Alimentos de humedad intermedia**

Según Gómez *et al.* (1991), los alimentos de humedad intermedia (AHI), se definen como aquellos que son estables, básicamente por reducción de su actividad de agua (A_w). En los últimos años, se ha observado un renovado interés por este tipo de productos, por presentar suficiente estabilidad frente a la alteración microbiana como

para no requerir ningún tratamiento térmico ni de refrigeración para su conservación. Aunque los alimentos de humedad intermedia no poseen una definición precisa en cuanto al contenido en humedad y A_w , a menudo se han propuesto diferentes rangos, oscilando para la humedad entre el 10% y el 50%, proponiéndose para la A_w límites de 0,60-0,90.

Según Yeannes (2007), existen productos pesqueros de humedad intermedia que presentan un A_w cercano a 0,75; la concentración de cloruro de sodio (NaCl) se encuentra entre 14 y 20%, y los valores de pH entre 5,7 y 7,0. Estos productos fueron incluidos en el "Inventario de Alimentos de Humedad Intermedia", realizado en Latinoamérica y España en 1995, y son los siguientes: anchoítas en salmuera, filetes de anchoíta en aceite, lomo de lacha salada en aceite, atún salado en aceite, bacalao salado seco, huevas de merluza y sardinas saladas prensadas, bacalao criollo prensado, merluza salada seca, y lonjas de salmón ahumado. En aquellos casos en que existe un posterior proceso de secado, los valores de A_w pueden llegar a 0,60.

4.3.3 Acidificación: el ácido cítrico

Es un sólido translúcido o blanco, inodoro, de sabor ácido fuerte, fluorescente al aire seco. Cristaliza a partir de soluciones acuosas concentradas calientes en forma de grandes prismas rómbicos, con una molécula de agua, la cual pierde cuando se calienta a 100°C, fundiéndose al mismo tiempo. Su presentación comercial más frecuente es en cristales. El ácido cítrico se obtenía originalmente por extracción física del ácido del zumo de limón. Hoy en día, la producción comercial de ácido cítrico se realiza sobre todo por procesos de fermentación que utilizan dextrosa o melaza de caña de azúcar como materia prima, y *Aspergillus niger* como organismo de fermentación. El ácido cítrico generado que es líquido, se purifica, concentra y cristaliza. Se encuentra un amplio y seguro uso del ácido cítrico y sus sales en industrias tales como las de caramelos, postres, jaleas, compotas, conservas de carne, salsas para ensaladas, pan, derivados del huevo y pescados. También se usa para mejorar el sabor de helados, rellenos de tortas y cremas de fruta.

Figura 1. Valores admitidos para el ácido cítrico según Norma Codex (2007)

Ácido cítrico		SIN: 330		
Efecto funcional:		Reguladores de la acidez, Antioxidantes, secuestrante		
No. Cat. alim	Categoría de alimento	Dosis máxima	Observaciones	Año Adoptada
01.6.6	Queso de proteínas del suero	GMP		2006
02.1.1	Aceite de mantequilla (manteca), grasa de leche anhidra, "ghee"	GMP	Note 171	2006
14.1.2.1	Zumos (jugos) de frutas	3000 mg/kg	Note 122	2005
14.1.2.3	Concentrados para zumos (jugos) de frutas	3000 mg/kg	Notes 122 & 127	2005
14.1.3.1	Néctares de frutas	5000 mg/kg		2005
14.1.3.3	Concentrados para néctares de frutas	5000 mg/kg	Note 127	2005

Extraído de FAO/OMS (2007).

El valor recomendado para productos pesqueros como arenques salados corresponde a BPM.

Según FAO/OMS (2007), el uso de aditivos alimentarios está justificado únicamente si ello ofrece alguna ventaja, no presenta riesgos apreciables para la salud de los consumidores, no induce a error a éstos, y cumple una o más de las siguientes funciones:

- a) Conservar la calidad nutricional del alimento.
- b) Aumentar la calidad de conservación, estabilidad o mejorar sus propiedades organolépticas, sin alterar la naturaleza, sustancia o calidad del alimento de forma que engañe al consumidor.
- c) Proporcionar ayuda en la elaboración, tratamiento, envasado, transporte o almacenamiento del alimento, a condición de que el aditivo no se utilice para encubrir los efectos del empleo de materias primas defectuosas o de prácticas o técnicas indeseables.

Según Maza (1994), El ácido cítrico desnaturaliza y acidifica rápidamente la pulpa de pescado, haciendo que ésta pierda la capacidad de retención de agua, facilitando la remoción de la última por escurrimiento y prensado, reduciendo así la humedad de la pulpa.

Según Nelson (2006), los pH extremos alteran la carga neta de la proteína, destruyendo los enlaces de hidrógeno.

4.3.4 El Envasado al vacío

Según Hall *et al.* (2001), ya hace muchos años que se conoce la capacidad de las atmósferas modificadas para prolongar la vida útil de los alimentos.

Existen diversas técnicas que modifican la atmósfera que rodea a un producto. Las tres técnicas más frecuentemente usadas en pescado y productos de la pesca son:

- 1) Envase en atmósfera modificada: consiste en la sustitución del aire del envase por una mezcla de gases de proporción fija. Luego del envasado, no se vuelve a controlar la composición de la mezcla utilizada.
- 2) Envase en atmósfera controlada: La composición de gases se controla durante el almacenamiento. Requiere un seguimiento constante.
- 3) Envasado al vacío: El producto se coloca en un envase con una permeabilidad muy baja al oxígeno. El aire se extrae y el envase se sella. Es probable que la atmósfera gaseosa residual del envase al vacío se modifique durante el almacenamiento debido al metabolismo propio del producto y/ o de los microorganismos presentes y por tanto, la atmósfera puede ser modificada indirectamente.

Según Stanchi *et al.* (2007), el potencial redox de un alimento (Eh), se relaciona con la cantidad de oxígeno en forma libre. El Eh, mide la capacidad oxidante o reductora que posee el alimento, y determina la proliferación de ciertos microorganismos. La presencia de oxígeno favorece la capacidad oxidativa de los microorganismos aerobios; la ausencia de oxígeno favorece la capacidad reductora de los anaerobios (cuadro 4).

Cuadro 4. Potencial Redox y crecimiento de microorganismos

Clasificación	Microorganismos	Potencial Redox requerido (Eh)
Aerobios	Mohos, bacterias <i>Gram</i> negativas.	+200 mV
Anaerobios	<i>Clostridium</i> .	-200 mV
Facultativos	<i>Enterobacteriaceae</i> , <i>Lactobacteriaceae</i> , <i>Corynebacteriaceae</i> , levaduras	-200 mV

Potenciales mayores a 1 mV., son favorables para microorganismos aerobios; menores a 0 mV., favorecen a los anaerobios.

Datos extraídos de Stanchi *et al.* (2007).

Los potenciales de oxidorreducción (Eh), dependen principalmente de los caracteres bioquímicos de los alimentos, el acceso del aire y la presión parcial de oxígeno en la atmósfera que rodea el alimento, la estructura física del mismo y la presencia eventual de un embalaje más o menos impermeable a los gases.

Según FAO/OMS (2003), la medida en que el tiempo de conservación de un producto envasado al vacío pueda prolongarse, dependerá de la especie, el contenido de grasa, la carga bacteriana inicial, el tipo de material de envasado que se utilice y, sobre todo, la temperatura de almacenamiento.

El envasado en atmósfera modificada requiere un control estricto de:

- el tipo de película utilizada;
- el tipo de cierre hermético y su integridad;
- temperatura del producto durante el almacenamiento;
- vacío y envasado adecuados;
- material de envasado antes de utilizarlo para comprobar que no esté dañado o contaminado.

4.3.5 Salazón

4.3.5.1 Descripción

“La conservación del pescado mediante salazón es una de las técnicas más antiguas de conservación dado que existen evidencias de esto 3500 o 4000 años A. C. En América Latina, el pescado salado con o sin tratamiento posterior está ampliamente difundido, debido a la fácil preparación, bajo costo y fácil transporte. Las instalaciones para el salado pueden ser simples y no requieren necesariamente

altos costos de infraestructura. Cuando se cuenta con Buenas Prácticas de Manufactura y conocimientos del proceso, se obtienen productos sanitariamente seguros” (Yeannes, 2007).

Según Neave (1986), la tecnología de la salazón se utiliza para preservar el producto; para esto se expone al mismo a la acción de sal, lo que provoca una deshidratación del músculo y la sustitución de parte su agua por sal.

El salado puede ser seco, o húmedo, con sal o salmuera, con drenaje o sin éste, con secado o maduración, con sal marina o sal de mina.

4.3.5.2 Acción preservativa de la sal

Según Frazier y Westhoff (1985), la sal capta humedad y en consecuencia da lugar a un efecto adverso sobre los microorganismos. La sal tiene los siguientes efectos:

- 1) Determina un aumento de la presión osmótica y por lo tanto da lugar a la lisis celular.
- 2) Deshidrata los alimentos al igual que a los microorganismos por extracción y fijación de la humedad.
- 3) Se ioniza, dando iones cloro, nocivos para los microorganismos.
- 4) Reduce la solubilidad del oxígeno en agua.
- 5) Sensibiliza a las células frente al dióxido de carbono.
- 6) Interfiere a las enzimas proteolíticas.

Su efectividad varía directamente con la concentración y la temperatura.

Según Board (1988), al estudiar la función del NaCl, debe también prestarse atención a su posible acción sinérgica con otros factores, tales como, pH, temperatura y presión parcial de oxígeno.

4.3.5.3 Dinámica de la interacción sal- músculo

Según Neave (1986), en el salado del pescado, la membrana celular oficia como membrana semipermeable; el agua tiende a salir de la célula por la presión osmótica de la sal. La salmuera formada fuera de la célula, difunde por capilaridad hacia ésta y así el músculo se sala por completo. Al penetrar la sal a los tejidos, se alteran las propiedades coloidales de las proteínas y la relación de éstas con el agua. La sal extrae a las proteínas una parte del agua ligada, modificando su estado. Los iones cloro, calcio y magnesio -impurezas de la sal- son muy activos, y se fijan en diversos puntos de la cadena proteica, pudiendo servir como protección contra el ataque de las enzimas microbianas. También contribuyen a alcanzar el punto isoeléctrico de la miosina (pH 6.0), punto en que se desnaturalizan las proteínas.

La actina se asocia con la miosina, precipita en presencia de iones de calcio y magnesio.

Lupín (1981), señala que el fin del salado está marcado por la obtención del equilibrio salino, donde la cantidad de moles de sal por litro de agua en el pescado es igual a la cantidad de moles de sal presentes en la salmuera. (citado por Yeannes, 2007).

Según Hall *et al.* (2001), la concentración teórica máxima de sal dentro del músculo que se podría conseguir es la de una solución de salmuera saturada (26% en condiciones de temperatura normal), lo que correspondería a una A_w de 0,75.

En la práctica, las concentraciones serían inferiores debido a la presencia de otros solutos en las células del pescado.

Según FAO/OMS (2003), las anchoas secas saladas deben tener como valores máximos, 15% de NaCl y A_w de 0,75.

Según Yeannes (2007), los productos pesqueros salados de humedad intermedia presentan una concentración de NaCl entre 14 y 20%.

4.3.5.4 Pureza de la sal

Según Neave (1986), las sales de alta pureza originan un producto blando y amarillo con sabor intenso; en tanto que compuestos de calcio y magnesio son responsables de sabores amargos, por esto no deben superar el 0.5% y menos de 1% de sulfatos. Otro elemento indeseable es el cobre, ya que ennegrece la superficie del pescado.

Según Hall *et al.* (2001), las principales impurezas son arena y agua seguidas de cloruros y sulfatos de calcio y magnesio, sulfato sódico y carbonato, junto con trazas de metales pesados, como cobre y hierro. Se discute la utilización de cloruro sódico de 100% de pureza, porque el proceso osmótico se daría muy bruscamente. Sería ideal el empleo de sal de 97% de pureza; de este modo el agua se combinaría favoreciéndose su salida del músculo.

4.3.5.5 Calidad microbiológica de la sal

Según FAO/OMS (2003), Pueden encontrarse en la sal bacterias halofílicas y halotolerantes que causan alteración en el producto, denominado "enrojecimiento".

Según Yeannes (2007), las bacterias halofílicas extremas viven en ambientes de elevada salinidad, y es conocida su acción deteriorante en productos pesqueros salados. Son bacterias altamente pigmentadas, debido a carotenoides de colores rojo y naranja. Requieren como mínimo un 10% de sal para poder desarrollarse. En su mayoría son aerobios obligados, pero algunas especies se desarrollan en forma anaerobia. Su tiempo incubación en los medios convencionales es prolongado (aproximadamente 12 días).

Muchas de estas bacterias poseen capacidad de decarboxilar la histidina, aminoácido precursor de la histamina, pudiendo comprometer la inocuidad de los productos salados.

También tienen acción proteolítica, lipolítica, sacarolítica, o una combinación de éstas. Estas actividades limitan la vida útil de los productos salados.

Según Board (1988), *Halobacterium* es una especie bacteriana alterante de productos salados con necesidad obligada de altas concentraciones de NaCl.

Según ICMSF (1998), otras bacterias provenientes de la falta de higiene en la manipulación y de aguas contaminadas pueden desarrollarse en productos salados comprometiendo su inocuidad (cuadro 5).

CUADRO 5. Las bacterias y su crecimiento en relación con el NaCl

GRUPO I 0- 10% Halófilas	GRUPO II 0- 30% Halotolerantes	GRUPO III 2- 30% Halófilas
(Patógenas) <i>Cl. botulinum</i> 3-10% ¹	(Patógenas) <i>St. aureus</i> 10-15% ¹	(Alterantes) <i>Halobacterium salinarum</i> 15-30% ²
<i>E. coli</i> 3 - 6 ¹ %		

¹ Extraído de Huss, H. H. (1997).

² Extraído de Madigan *et al.* (1998).

4.3.5.6 Factores que afectan el proceso de salado

Según Neave, (1986) y Hall *et al.* (2001), la pérdida de agua y la ganancia de sal están afectadas principalmente por:

1. Relación sal / pescado.
2. Coeficientes y constantes de difusión.
3. Gradiente de concentraciones entre la superficie y el punto mas alejado del medio de salado.
4. Contenido de proteínas.
5. Grasa, piel y escamas.
6. Área y volumen de las piezas.
7. Presentación: entero o en cortes.
8. Grado de frescura.
9. Temperatura.
10. Pureza y tamaño de las partículas de la sal.
11. Competencia de los iones calcio y magnesio con el sodio.

4.3.5.7 Efecto de la sal sobre las proteínas

Altas concentraciones de sal en el pescado provocan desnaturalización proteica.

Dyer y Dingle (1961), definieron la desnaturalización como “un cambio tal en las proteínas, que las deja menos solubles y extractables en soluciones salinas bajo condiciones en las cuales lo eran las proteínas nativas” (citados por Cornejo, 1975).

Según Borgstrom (1965), concentraciones crecientes de sal, cambian estructuralmente a las proteínas, volviéndolas insolubles. Asigna este fenómeno a la acción de la sal sobre las endo y exopeptidasas presentes en el músculo.

Según Nelson (2006), la desnaturalización es la pérdida de la estructura tridimensional de las proteínas. Ésta es generada por un desplegamiento parcial o completo de la conformación nativa específica de una proteína. El desplegamiento suele ser cooperativo: la pérdida de estructura de una parte de la proteína, desestabiliza otras partes.

Suzuki, citado por Hall (2001), sugiere que la sal favorece la desnaturalización proteica, al disminuir su capacidad de retención de agua.

Según Cornejo (1975), la miosina suele ser la más débil de las fracciones proteicas del músculo; ésta se desnaturaliza cuando el músculo alcanza un 8 a 10% de sal, volviéndose inextractable (se insolubiliza). Cuando esto ocurre, se ve disminuida la capacidad de retención de agua o WHC. La medición del WHC es un método utilizado para medir la desnaturalización.

Varios investigadores sugieren que el efecto de trazas metálicas que contiene la sal, aceleran la oxidación de los grupos hemo a su forma férrica.

Según Bertullo (1975), *M. furnieri* y *C. guatucupa*, sufren una rápida oxidación del músculo rojo en la elaboración de salazón seca y el NaCl es un prooxidante en este sentido.

4.3.6 Salazón rápida

Los métodos de salazón en salmuera y en seco, requieren de una constante manipulación del pescado, requiriendo hasta tres meses para ser completos. Es por ello, que algunas técnicas han sido investigadas a fin de encontrar un proceso rápido de salado. Entre éstos se destacan:

4.3.6.1 Pescado salado hervido o *pindang*: popular en Indonesia, Filipinas y Tailandia. Consiste en poner los filetes cubiertos de sal en bolsas plásticas. Luego son hervidos en tinas especiales por 2 horas, descartando el *drip* formado después de la cocción y adicionando más sal. Enseguida, se coloca al vapor por 2 horas adicionales y nuevamente se descarta el *drip*. Posterior al proceso térmico, las bolsas son llenadas, selladas y almacenadas a temperatura ambiente. El contenido de sal del producto final es cercano al 10%. Ventajas: rapidez y estabilidad a temperatura ambiente. (Cornejo, 1975).

4.3.6.2 Pescado salado envasado- método británico: el pescado crudo es colocado en bolsas plásticas con sal y agua en proporción 16:6:2. Las bolsas se sellan al vacío y se empacan en cajas de cartón, a temperatura ambiente, el producto puede ser consumido recién luego de 20 días de envasado. Ventajas: proceso simple, estable a temperatura ambiente (Cornejo, 1975).

4.3.6.3 Pescado Salado por deshidratación e inyección: los filetes de pescado son salados por una técnica de liofilizado, en el cual el agua evaporada es

remplazada por una salmuera saturada. Ventajas: corto tiempo de salado. (Cornejo, 1975).

4.3.6.4 Método Anderson- Mendelsohn: la experiencia a escala de laboratorio consiste en moler filetes en una licuadora con salmuera saturada, en proporción 1 a 1 y reposar por algunos minutos. El fluido liberado es drenado a través de una malla y se seca al vacío. Luego se empaca en envases impermeables y se almacena a temperatura ambiente. Con este método, se evita la exposición al oxígeno atmosférico durante el salado, se reduce el tiempo de secado, de reconstitución y el tamaño de las partículas, además de la ventaja del almacenamiento a temperatura ambiente (Cornejo,1975).

4.3.6.5 Método Del Valle- Nickerson: consiste en:

- molienda del filete y agregado de sal del 20 al 100% m/m, logrando mayor superficie de contacto entre pulpa y sal,
- reposo a fin de distribuir uniformemente la sal,
- prensado del material salado para remover agua, resultando tortas coherentes.
- secado de las tortas al sol.

Como ventajas: mínimo equipamiento, tiempo mínimo de salado, estabilidad del producto a temperatura ambiente (Cornejo, 1975).

4.3.6.6 Método de Yang y col.:

- inmersión de filetes en salmuera al 10% por 30 min.,
- escurrido e inmersión en ácido ascórbico al 0.1% y 1% de ácido cítrico por 1 minuto,
- escurrido y salazón en seco con 25% m/m de sal,
- reposo por 8 horas a 10° C,
- secado en horno de aire circulante a 40° C por 10 horas (Neave, 1986).

-

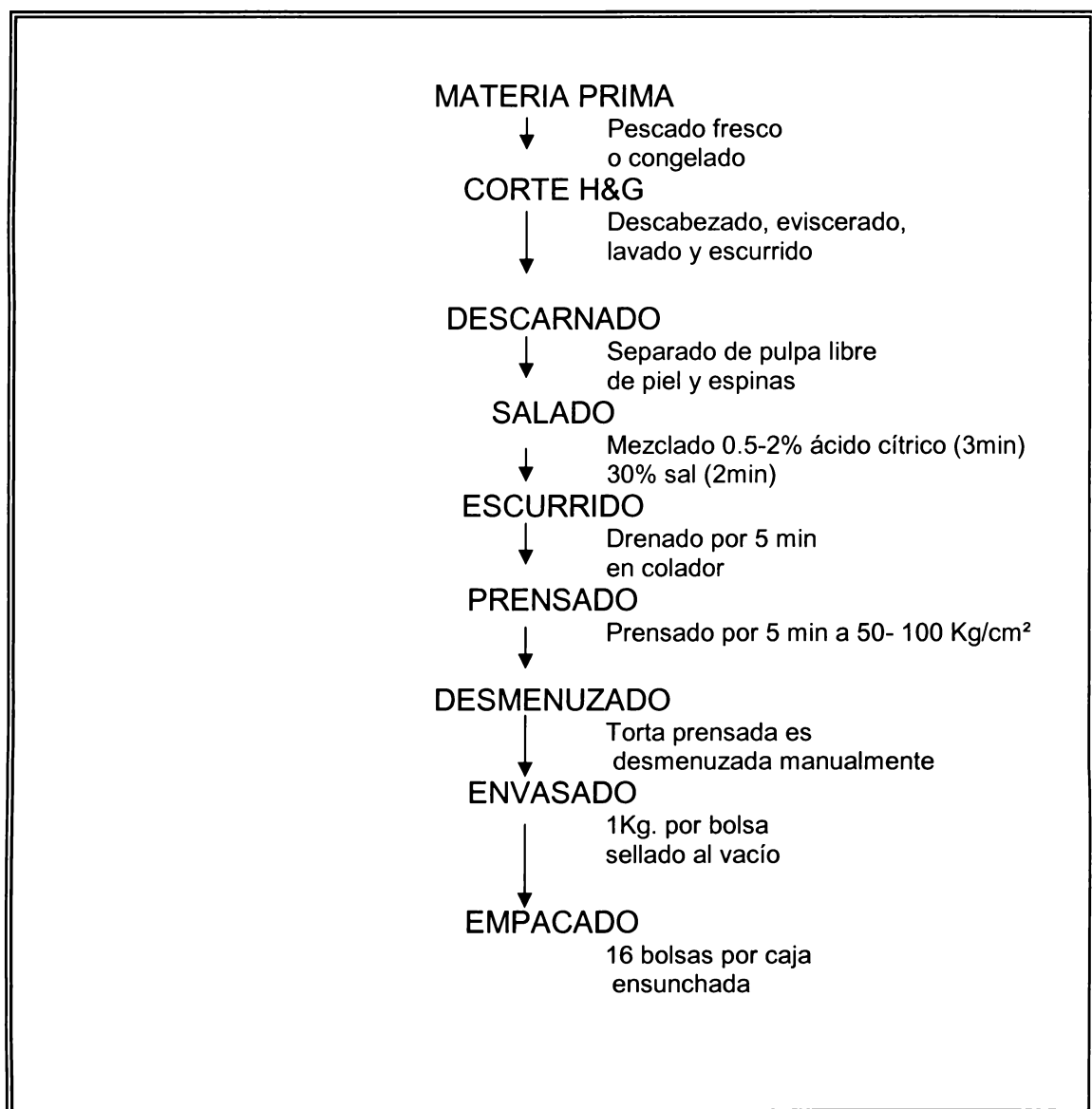
4.3.6.7 “La Saladita” Elaborada por el ITP. Consiste en sardina, jurel o caballa en corte H&G o filete, que se deja por más de tres días en pila húmeda con sal al 35% m/m y se envasa al vacío. El producto final tiene 16% de sal, humedad 52 a 57% y actividad de agua alrededor de 0.79. El almacenamiento puede ser a temperatura ambiente hasta por tres meses. En el caso de empleo de especies pelágicas altas en histidina libre (sardina y caballa), se sugiere almacenamiento en refrigeración; pues a 20° C se propicia el crecimiento de mesófilos descarboxilantes de histidina y formación de histamina (Ayala, 2001).

4.3.6.8 “La Pesquerita” Elaborada por el ITP. Consiste en la acidificación de la pulpa de especies pelágicas con ácido cítrico (0,5 a 2% m/m), mezcla con sal fina (30 % m/m), escurrido, prensado, envasado al vacío y almacenamiento a temperatura ambiente (figura 2). Esta técnica de salazón y deshidratación rápida permite alcanzar niveles de Aw, humedad y sal que prestan protección inmediata

contra la putrefacción, junto al envasado al vacío, que baja el potencial de óxido-reducción (Eh). La pulpa obtenida se considera un semiproducto “estable al ambiente”.

Al modificar físicamente el músculo de pescado mediante la trituración se puede mejorar el área de contacto ácido-músculo-sal, favoreciendo el ingreso de esta última a las células por la Ley de Isosmolaridad. El ácido cítrico oficia acidificando la pulpa y desnaturalizando la proteína, perdiendo ésta su capacidad de retención de agua (WHC). El agua antes ligada, se convierte en agua libre y difunde visiblemente en la etapa de mezclado. Un prensado, centrifugado o secado posterior del material salado, permite quitar humedad al producto y así obtener una preservación de la pulpa en forma simple y más rápida que en un proceso tradicional (Maza, 1994).

FIGURA 2. Diagrama de flujo del proceso de la pulpa de pescado salada de Maza (1994)



Extraído de Maza (1994).

4.3.7 Tecnología de obstáculos

Según Mossel *et al.* (1985), los factores que influyen sobre la selección y la multiplicación de la microflora inicial de los alimentos son:

- 1) Factores intrínsecos: Actividad de agua, pH y capacidad tampón, potencial redox, presencia de nutrientes, constituyentes antimicrobianos y estructuras biológicas tales como membranas, fascias, piel.
- 2) Tratamientos tecnológicos: Tratamiento térmico (frío, calor), irradiación, preservación por distintos métodos.
- 3) Factores extrínsecos o del ambiente donde se almacena el alimento: temperatura, humedad y tensión de oxígeno.
- 4) Factores implícitos: las relaciones de dependencia, antagonismo o sinergismo entre los microorganismos, tanto de la flora normal como de aquellos microorganismos ingresados como flora competitiva o por accidente en el procesamiento.

Los microorganismos que consigan prosperar, han de ser resistentes a los factores selectivos, formando una nueva microflora. Los mecanismos selectivos que rigen la colonización de los alimentos gobiernan en igual medida microorganismos patógenos y saprofitos.

Según Frazier y Westhoff (1985), los principales factores que influyen en la actividad microbiana de un alimento dado son: la concentración de hidrogeniones (pH), la humedad, la actividad de agua (A_w), el potencial de óxido reducción (Eh), las sustancias nutritivas y la presencia de inhibidores.

Ayala (2001), sugiere que la tecnología de obstáculos de Leistner y Rödhel, consiste en la aplicación combinada de agentes preservantes -a los que se denomina obstáculos o barreras-, con el fin de destruir, inhibir o controlar el crecimiento microbiano en un alimento dado (cuadro 6). Los microorganismos sobreviven o se destruyen de acuerdo a sus mecanismos fisiológicos homeostáticos, formas de resistencia y agotamiento metabólico. El efecto de los obstáculos es sinérgico y se obtienen mejores resultados en término de vida útil aplicando varios obstáculos a menor intensidad, que aplicando un solo obstáculo muy intenso. Los obstáculos correcta y justificadamente aplicados, inhiben o reducen la velocidad de deterioro, así como mantienen las condiciones óptimas de inocuidad y estabilidad. La tecnología de obstáculos considera las siguientes premisas:

1. La inocuidad de los alimentos y su preservación se relacionan con la actividad microbiana.
2. Los microorganismos requieren de esfuerzo para superar estas barreras y establecer mecanismos de proliferación y elaboración de toxinas.
3. En un alimento estable, los obstáculos controlan el deterioro microbiano y el desarrollo de patógenos.

CUADRO 6. Aplicación de obstáculos en la preservación de alimentos

OBSTÁCULOS
Alta temperatura
Baja temperatura
Bajo pH
Bajo Aw
Bajo / alto Eh
Preservantes
Flora competitiva
Atmósfera modificada
Ultrapresión
Extrusión
Irradiación

Datos extraídos de Ayala (2001).

Un claro ejemplo de la aplicación de la tecnología de obstáculos es “La pesquerita”. Es pulpa de pescado salada rápidamente. La elaboración de este producto, implica la reducción de Aw mediante la adición de ácido y sal; la reducción de humedad por deshidratación mecánica (prensado) y reducción del potencial redox (Eh) por envasado al vacío (cuadro 7).

CUADRO 7. Obstáculos aplicados a “La Pesquerita”

OBSTÁCULO APLICADO	MECANISMO	PARAMETROS
Reducción de pH*	Adición de ácido cítrico.	} Aw= 0,75
Reducción de Aw*	Salado, ácido cítrico, prensado.	
Reducción de humedad	Prensado.	Hum.= 40-45%
Bajo potencial redox (Eh)*	Envasado al vacío.	Ausencia de oxígeno
Preservantes	Sal, ácido cítrico.	[NaCl]= 24,5 %

Parámetros obtenidos de MAZA (1994).

* Considerados por Ayala (2001) como obstáculos.

La eficiencia de la Tecnología de Obstáculos requiere una conjunción de conocimientos de microbiología alimentaria, tecnología alimentaria y aspectos de preservación, calidad e inocuidad. A partir del conocimiento del comportamiento microbiano y de sus susceptibilidades es que se puede accionar para su beneficio o detrimento (cuadro 8).

CUADRO 8. Factores limitantes del crecimiento de distintas bacterias.

Especie	Aw mínima	Rango Temperatura (°C)	pH límites	[NaCl] % máximo
<i>Cl. botulinum</i> no proteolítico B, E, F	0.95 ¹	3 - 30 ²	5 mínimo ²	3-5 ²
<i>Cl. botulinum</i> proteolítico A, B, F	0.97 ²	10 - 35 ²	4 - 4.6 ²	10 ²
<i>Halobacterium</i>	0.75 ¹			15 - 30% ³
<i>St. aureus</i>	0.86 - 0.90 ¹	7 - 48 ²	4.5 y <9 ¹	10 -15 ²
<i>E. coli</i>	0.96 ¹	5 - 48 ²	4.4 mínimo ²	6 ²
<i>Pseudomonas spp.</i>	0.97 ¹			
<i>Acinetobacter spp.</i>	0.96 ¹			
<i>Salmonella spp.</i>	0.93 límite ¹	5.7- 45.6 ¹	4.5 y <9 ¹	5 ²
<i>Cl. perfringens</i>	0.95 límite ¹	6.5 – 53 ¹	5 y <9 ¹	
<i>L. monocytogenes</i>	0.92 ²		5 ² - 7,2 ³	10 ²
<i>Vibrio sp</i>	0.97	5-37 ²	6 mínimo ²	<8 ²
<i>Aeromonas sp.</i>		20-35 óptima ²	4 ²	4-5 ²
Mohos xerófilos, levaduras osmófilas	0.80-0.75 ³			26 ³

¹ Extraídos de Board (1988).

² Extraídos de Huss (1997). Este autor sugiere que las toxinas de *Cl. botulinum* son estables a altas concentraciones de sal y bajo pH.

³ Extraído de Stanchi *et al.* (2007).

4.4 PULPA DE PESCADO COMO MATERIA PRIMA

4.4.1 Definición

“Pescado picado es la carne desmenuzada que se produce por separación de la piel y las espinas” (FAO/OMS, 2003).

“Desmenuzado (grated). Son porciones pequeñas de pescado de una misma especie” (Reglamento Bromatológico Nacional, 2001).

4.4.2 Tecnología del desmenuzado

Según Bertullo (1987), la tecnología del desmenuzado significa obtener el máximo rendimiento posible en la porción comestible del pescado, obteniendo la mayor cantidad de pulpa exenta de piel, huesos o espinas. La consistencia característica del desmenuzado o pulpa, variable en sus características sensoriales y funcionales de una especie a otra, la transforma en un producto pesquero sumamente maleable y transformable en una amplia gama de derivados. Su obtención requiere una adecuada manipulación e higiene.

El músculo es un factor de suma importancia tecnológica en la elaboración de pulpas, y la presencia de espinas y escamas son indeseables. La materia grasa también influye en la calidad del desmenuzado obtenido, por su inestabilidad en contacto con el oxígeno o acción enzimática. Luego de una correcta selección de la materia prima, es necesario adecuar el pescado a la operación de recuperación mecánica. Esto implica una correcta evisceración, descabezado y corte para incrementar la eficiencia de la recuperación mecánica. A tal efecto, se han señalado cortes "mariposa" o "espalmado".

Entre los diversos equipos para la recuperación mecánica, cabe destacar el separador de banda. Utiliza correas de material sanitario flexible, que giran sobre un cilindro horizontal perforado, cuyos orificios tienen de 3 a 7 mm. de diámetro. La presión que ejerce la banda sobre el pescado, se regula de acuerdo a la materia prima. La pulpa y los residuos (piel, huesos, espinas), se recuperan por distintas vías. La pulpa, tiene una humedad entre 75 y 85 % y una corta vida útil en refrigeración. Se recomienda que luego de su obtención, se proceda a una rápida reelaboración del desmenuzado.

Las vías para detener el deterioro de la pulpa son: congelación, tratamiento térmico, salado, deshidratación, centrifugación y lavado. El último puede ser indicado cuando se pretende eliminar excesos de sangre, blanquear o reducir el tenor de proteínas solubles y extractivos nitrogenados. La centrifugación permite la liberación de líquidos sanguinolentos y sus contenidos solubles, reteniendo partículas groseras de la proteína.

El contenido de vísceras en la pulpa de pescado puede incrementar sensiblemente la carga microbiana, olor, color y materia grasa. Los microorganismos de la flora normal y los agregados en el corte y la manipulación son factores gravitantes, así como la calidad del agua a emplear.

Según FAO/OMS (2003), los posibles peligros en la etapa del desmenuzado son: parásitos, patógenos microbiológicos y biotoxinas, contaminación física (metales, espinas, caucho de la correa del separador) y posibles defectos: Separación incorrecta (es decir, materias objetables), descomposición y presencia de espinas. La carne picada de pescado puede desaguarse parcialmente mediante tamices rotatorios o una centrifuga, completándose el proceso con una presión para obtener el contenido apropiado de humedad.

5. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Implementar, en el Instituto de Investigaciones Pesqueras: “Dr. V.H. Bertullo”- Facultad de Veterinaria- UDELAR, la tecnología de obstáculos en pulpa de pescado, a partir de especies locales magras: pescadilla de calada *Cynoscion guatucupa*, y corvina *Micropogonias furnieri*.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Tomar como modelo a seguir la técnica del ITP, y adecuarla a los recursos pesqueros locales y a la infraestructura tecnológica disponible en el IIP: “DR V.H. Bertullo”- Facultad de Veterinaria- UDELAR.
- Medir y determinar en el producto final, los siguientes parámetros: Aw, pH, humedad y porcentaje de cloruros.
- Determinar la presencia de bacterias patógenas en el producto.
- Analizar composición y características sensoriales del producto obtenido.
- Evaluar la estabilidad e inocuidad del producto, de acuerdo a los resultados.

6. HIPÓTESIS

1. La técnica del ITP, sería factible en su reproducción y ejecución con especies magras, tales como pescadilla de calada, y corvina.
2. La centrifugación puede sustituir adecuadamente al prensado de la técnica de referencia.
3. Aplicando la técnica en estas especies, se podría obtener resultados aproximados a los del ITP, en cuanto a parámetros fisicoquímicos del producto final.
4. Si los parámetros fisicoquímicos fueran los esperados, pueden conferir al producto estabilidad a temperatura ambiente e inocuidad. Este hecho se puede corroborar por análisis microbiológico.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada consistió en cinco ensayos experimentales de procesamiento y análisis de productos finales. Los análisis que se realizaron fueron:

- Físicoquímicos.
- Microbiológicos.
- Composición.
- Evaluación sensorial.

Los análisis físicoquímicos consistieron en la medición de A_w , pH, humedad y la determinación de cloruros.

Los análisis microbiológicos incluyeron: aerobios mesófilos totales, *Clostridium sulfitoreductores*, coliformes y *E. coli* y *St. aureus*. En el quinto lote se analizó además *L. monocytogenes*.

7.1 MATERIA PRIMA

- Lotes de pescado entero, de 10 Kg. por ensayo, estado fresco-refrigerado o congelado, de corvina para los ensayos n° 1 y 3, y pescadilla para los ensayos n° 2, 4 y 5. Sexo y tallas sin discriminación.

7.2 MATERIALES Y EQUIPOS DE PROCESAMIENTO

7.2.1 Insumos

- Sal fina (NaCl) de calidad alimentaria (FOC).
- Ácido cítrico de calidad alimentaria (FOC).
- Envases de poliamida para envasado al vacío y termosellado.
- Hipoclorito de sodio de calidad alimentaria (FOC).
- Agua potable.
- Hielo de agua potable.
- Corriente eléctrica.

7.2.2 Materiales

- Cuchillos de acero inox., mango de PVC.
- Tablas de PVC.
- Mesas de acero inox..
- Tazones de acero inox..
- Bandejas de acero inox..
- Túnicas, botas, guantes, cofias.
- Planillas, lápiz, calculadora, cronómetro.

7.2.3 Equipos

- Cámara de frío.
- Despulpadora marca "Yanagiya", *small type*, 32 RPM, 0.75 Kw..
- Prensa marca "Dick", embutidora marca "Yanagiya", capacidad 15 L..
- Mezcladora marca "Kenwood" mod. Chef excel MA10 PK001 , capacidad 2 L..

- Selladora de vacío "Super Vac", capacidad 2.0 Kg., presión 2 Mbar.
- Balanza marca "OHAUS", mod. *Portable advanced*, capacidad 6 Kg., sensibilidad 0.1 gr..
- Balanza marca "MΦBBA", capacidad 3 Kg., sensibilidad 1 gr..
- Balanza marca "América", capacidad 100 Kg..

7.2.4 Recursos humanos

- Personas necesarias para la tarea: 4.

7.3 MATERIALES Y EQUIPOS DE ANÁLISIS

7.3.1 Físicoquímicos

Cuadro 9. Análisis físicoquímicos y materiales requeridos

Cloruros	Aw	pH	Humedad
Balanza	Higrómetro <i>Lufft</i>	pHmetro	Analizador de humedad marca "Kett 620".
Muestra 10 grs.	Muestra 50 grs.	Agua destilada	
Fuente de calor		Vaso de bohemia 250ml	Muestra 5 grs.
Agua destilada			
Pipetas graduadas		Muestra 10grs.	
Nitrato de plata (AgNO ₃) 0.1N			
Erlenmeyer			
Matraz aforado			
Embudo de vidrio			
Termómetro			
Papel filtro			
Cromato de potasio (K ₂ CrO ₄) al 10%			
Carbonato de calcio (CaCO ₃)			

7.3.2 Microbiológicos

Cuadro 10. Medios empleados para el cultivo bacteriano

Organismo	Medio de cultivo
<i>St. aureus</i>	BPA.
<i>Clostridium</i>	TSC Difco®
<i>Coliformes y E. coli</i>	Petrifilm® "3M"
Aerobios mesófilos totales	PCA
<i>L. monocytogenes</i>	Caldo Fraser, Oxford.

7.3.2.1 **Instalaciones**

Flujo laminar, mecheros, mesadas, *stomacher*, estufas de 30 y 35° C, balanza de precisión.

7.3.2.2 **Materiales**

- Muestras de 10 y 25 grs..
- Bolsas de poliamida estériles.
- Placas de Petri.
- Tubos de ensayo.
- Pipetas de 1,2 y 5 ml..
- Propipetas.
- Agua peptonada.
- Balanza de alta precisión.
- Instrumentos de siembra.
- Jarra y sobre de anaerobiosis.

7.3.3 **Recomposición**

- Tazones de acero inoxidable, capacidad 3 L.
- Colador plástico de malla fina marca "ATMA" n° 16.
- Agua potable.

7.3.4 **Evaluación sensorial**

- 6 personas.
- 6 Platos, 6 vasos y 6 tenedores descartables.
- Servilletas de papel.
- Agua mineral.
- Galletitas al agua.
- Bolígrafos.
- Planillas de evaluación.

7.4 METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO

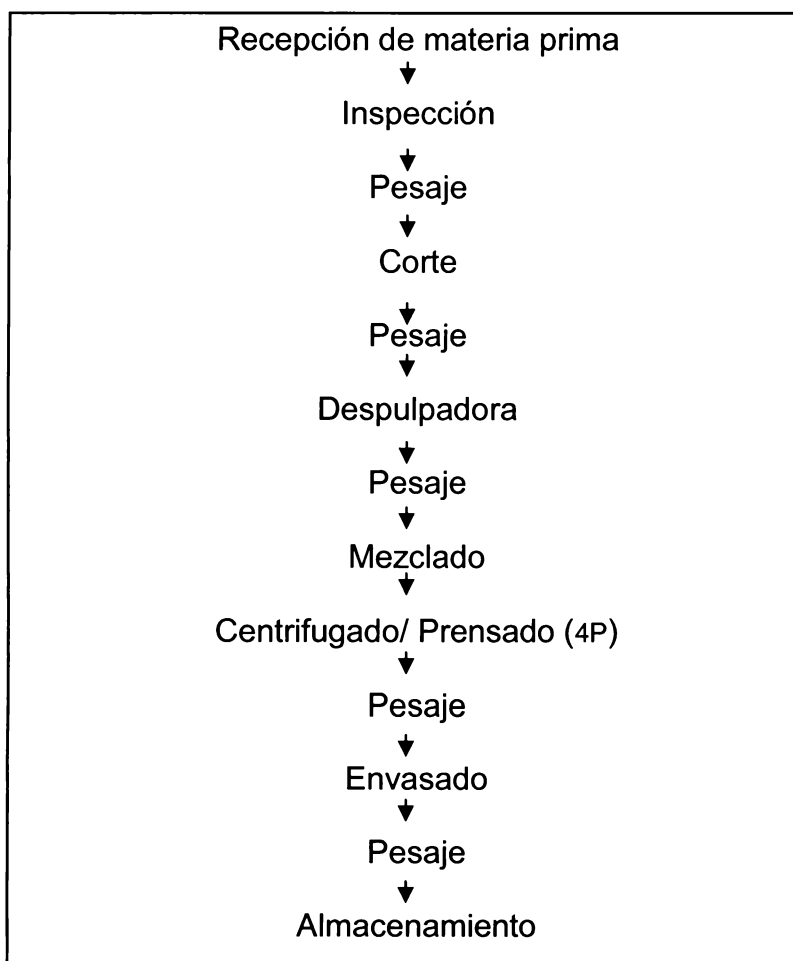
Se realizaron cinco ensayos experimentales de procesamiento, en las instalaciones del IIP-Facultad de Veterinaria- UDELAR, en distintos días y épocas del año.

Para los ensayos n° 1 y n° 3 se utilizó corvina como materia prima, y para los ensayos n° 2, n° 4 y n° 5 se empleó pescadilla de calada.

7.4.1 Flujograma

Se tomaron los lineamientos generales del flujograma de Maza (ver fig. 2, pág. 20), y se confeccionó un nuevo flujograma, adaptado al modo en que se propuso el trabajo, básicamente persiguiendo el mismo fin (ver fig. 3). Al flujograma creado se le agregó una etapa de Inspección tras la recepción de la materia prima, seguida de una etapa de pesaje de la materia prima apta para procesar. También se le agregó una etapa de pesaje a la salida de la despulpadora para facilitar los registros y cálculos. La etapa de prensado de Maza (1994), se modificó por una etapa de centrifugado, a excepción del cuarto proceso (4P), en el que sí se prensó.

FIGURA 3. Flujograma empleado para los ensayos de procesamiento



7.4.2 Planillas de registro de datos

Todos los registros de etapas, cálculos, mediciones y observaciones, se hicieron en planillas diseñadas específicamente (anexo I). Se dispuso de una planilla para cada ensayo.

A cada ensayo le fue asignado un código, con el número ordinal de proceso (1, 2, 3, 4 ó 5), seguido de la letra inicial de la especie que se utilizó (C: Corvina; P: Pescadilla). Se utilizó corvina en los ensayos 1 y 3; y pescadilla en los ensayos 2, 4 y 5. Se identificaron entonces: 1C, 2P, 3C, 4P y 5P respectivamente. Al final del proceso, los lotes fueron rotulados de igual forma.

7.4.3 Procedimiento

1. Recepción de materia prima. El pescado se recibió en planta el mismo día de procesamiento, se solicitó a la empresa suministradora aquella especie que estuviera disponible para ese día. La materia prima se recibió en estado entero, fresco o congelado, con suficiente hielo en escamas y en recipientes adecuados.

2. Inspección. Se dictaminó la aptitud de la materia prima para el procesamiento mediante evaluación sensorial, según Dragonetti (2008). Aquellos ejemplares que presentaron lesiones físicas, roturas, estallidos o signos de deterioro fueron descartados. A partir del dictamen de aptitud se tomó registro de la hora de inicio.

3. Pesaje. Se procedió al pesaje de las piezas consideradas aptas para el procesamiento, y se tomaron registros de peso entero.

4. Corte. El corte que se aplicó para facilitar y optimizar la acción de la despulpadora, fue el espalmado. Para lograrlo, se quitaron escamas, cabeza y vísceras; se hizo cepillado de riñón y se abrieron las piezas por ventral, incidiendo en forma adyacente a las vértebras, sin llegar a cortar la piel en la línea dorsal. De esta forma se obtuvo un corte en un plano, simétrico, en el que de un lado quedó la piel y del otro la carne (figura 4).

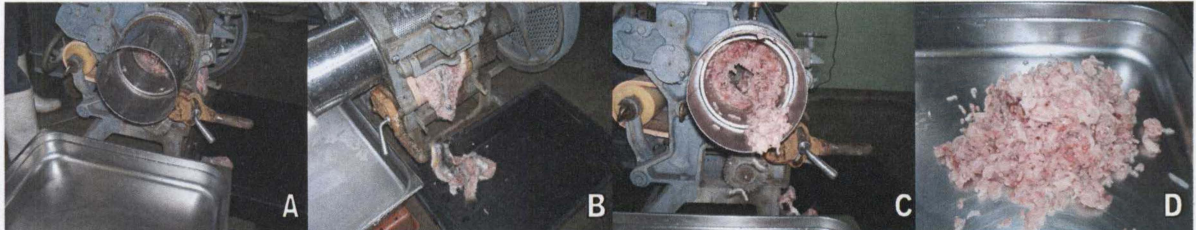
Figura 4. Corte espalmado



5. Pesaje. Una vez finalizado el corte, se tomó registro de peso de los cortes para el cálculo de rendimiento al corte.

6. Despulpadora. Las piezas del corte obtenido, fueron introducidas en la separadora de bandas, tomando las piezas desde la aleta caudal, con la piel dirigida hacia la banda de goma. Para la colección de la pulpa, se ubicó una bandeja de acero inoxidable a la salida del cilindro. Los residuos se colectaron en una bandeja de plástico, a la salida de los rodillos (figura 5).

Figura 5. Pasaje por la despulpadora



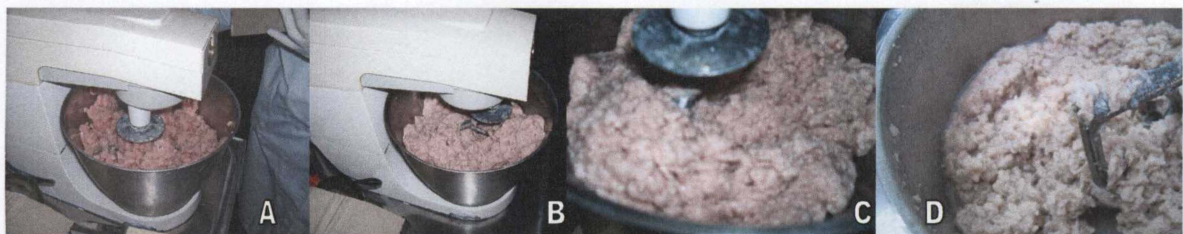
A: Salida de pulpa por el cilindro colector; B: salida de residuos por los rodillos; C: vista frontal del cilindro colector; D: aspecto de la pulpa colectada.

7. Pesaje. Luego de obtenida la pulpa, se pesó y se tomó registro de peso de pulpa para calcular rendimientos.

Una vez conocido el peso de la pulpa, se calculó la cantidad de sal y ácido cítrico necesarios para la subsiguiente mezcla. El ácido cítrico se empleó al 1% en relación al peso de la pulpa. La sal, se utilizó al 30% en proporción al peso de la pulpa.

8. Mezclado. La etapa de mezclado, consistió en la introducción de la pulpa en la mezcladora y la mezcla con ácido cítrico y sal. Se suministró el ácido cítrico de una sola vez, y se mezcló a velocidad media durante 3 minutos; luego se adicionó la sal a la mezcla anterior, también de una sola vez y se mezcló durante 2 minutos más a la misma velocidad (figura 6).

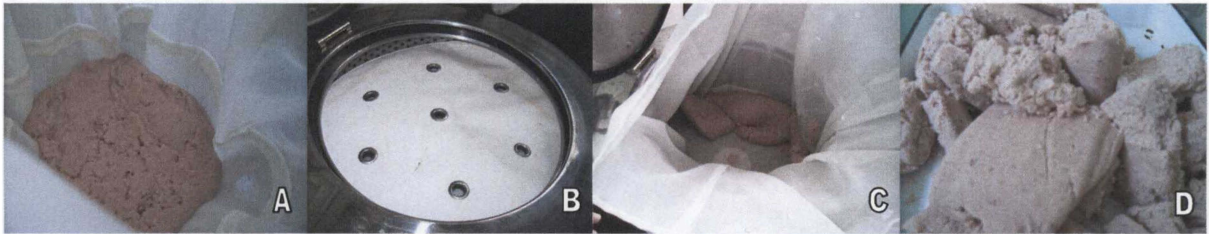
Figura 6. Mezcla de la pulpa con ácido cítrico y sal



A: Pulpa previo a la mezcla; B: Luego de la mezcla con ácido cítrico; C: Luego de la adición de sal; D: Finalizada la mezcla. Nótese el cambio de color y la salida de agua en las sucesivas etapas.

9. Centrifugación / Prensado. Se introdujo la mezcla en la malla, y éstas en la centrifuga. Si bien no se detalló una etapa de escurrido previo a la centrifugación en el flujograma, este fenómeno ocurrió al introducir la mezcla en la malla. El tiempo de centrifugación fue de 15 minutos. Al cumplirse el tiempo, se extrajo la malla conteniendo la pulpa salada ya centrifugada (figura 7).

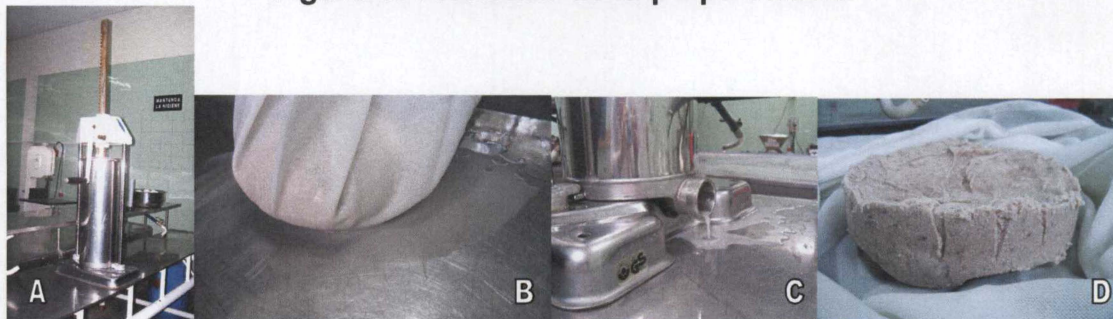
Figura 7. Centrifugación de la pulpa salada



A: colocación de la pulpa en la malla y drenaje; B: colocación en la centrifuga y puesta en marcha; C: apertura de la centrifuga luego de 15 minutos; D: aspecto de la pulpa centrifugada.

En el proceso 4, la pulpa se prensó. Para ello, se colocó la pulpa salada en la misma malla que se utilizó para la centrifuga, y se introdujo en la prensa mecánica. Se ejerció una presión entre 50 y 100 Kg/cm² durante 5 minutos (figura 8).

Figura 8. Prensado de la pulpa salada



A: prensa-embudidora; B: colocación de la pulpa salada en la malla y drenaje espontáneo; C: "licor" desprendido por la pulpa tras el prensado; D: Aspecto final de "torta" de la pulpa prensada.

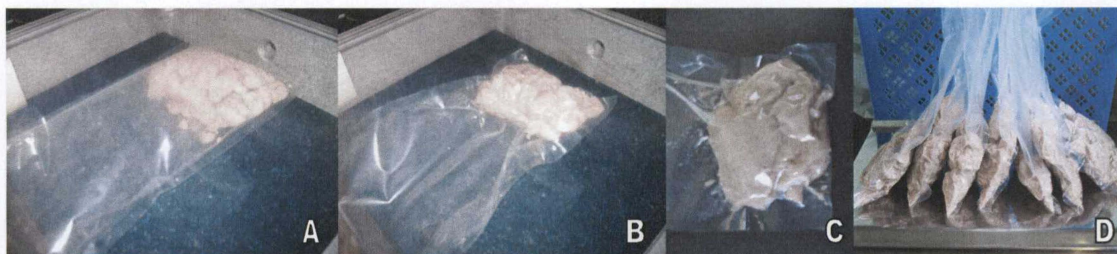
10. Pesaje. Se pesó la pulpa centrifugada (pulpa prensada para el proceso 4). Se tomó registro de peso para el cálculo de rendimientos de producto final.

11. Envasado. El producto se disgregó en forma manual, para facilitar su envasado. El envasado se realizó en bolsas de poliamida transparentes de calidad alimentaria, de forma tubular (16cm de boca x 34cm de largo), adecuadas para las presiones de vacío y resistentes al termosellado (figura 9).

Se llenaron los envases con una espátula de metal, hasta completar los 200 gramos de producto por envase. Cada envase se situó en la selladora de vacío y termosellado. Una vez finalizadas las tareas de envasado, se rotularon los lotes con código y fecha con marcador permanente.

12. Pesaje. Se pesó y se tomó registro de peso total del lote envasado (figura 9).

Figura 9. Envasado y sellado al vacío de la pulpa salada



A: La selladora de vacío insufla aire en el interior del envase; B: extracción del aire por vacío; C: aspecto del producto envasado; D: pesaje del lote.

13. Almacenamiento. Se colocaron los productos envasados en una caja de cartón corrugado, sin precintar. La caja se almacenó a temperatura ambiente, alejada de la luz solar. Se tomó registro de la hora de finalización.

7.4.4. Recomposición

La recomposición se realizó al lote 5(P), por dos métodos diferentes. Se abrió un paquete del producto para cada método de recomposición, que se describen a continuación.

7.4.4.1 Método de Inmersión (Maza,1994)

Tras abrir el envase, se pesó la muestra a desalar; ésta se disgregó con tenedor y se colocó en un tamiz de malla fina, el que se sumergió en un tazón con agua potable en relación agua: producto 2:1, durante 3 minutos. Se repitió la operación con distinto tazón y agua nueva. Se escurrió en el tamiz por 5 minutos y se pesó para calcular rendimiento al desalado. Se identificó al producto recompuesto "P5P-INM".

7.4.4.2 Método de Agua corriente

Tras abrir el envase, se pesó la muestra a desalar; ésta se disgregó con tenedor y se colocó en un tamiz de malla fina. Se ubicó el colador bajo agua corriente de grifo durante 3 minutos, mientras se agitó horizontalmente. Se escurrió en el tamiz por 5 minutos y se pesó para cálculos de rendimiento al desalado. Se identificó el producto recompuesto "P5P-AC".

7.4.5 Ensayo sensorial

Luego de la recomposición, muestras de 10 gramos de "P5P-INM" y "P5P-AC" se titularon mediante el método de Mohr, para conocer la concentración de cloruros que presentaban. A continuación, se hizo un ensayo sensorial para cada producto recompuesto. Se hizo una prueba descriptiva de escala estructurada por definiciones, según Siegfried (s/año). El panel sensorial se integró por 6 personas. Se confeccionó para ello, una planilla de evaluación con los siguientes atributos a valorar: apariencia, color, uniformidad de partículas, aroma, textura, elasticidad, cuerpos extraños, sabor y observación general (Anexo II).

7.5 METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS

7.5.1 Análisis fisicoquímicos

7.5.1.1 Aw. Se midió la actividad de agua en el producto final con un medidor *Lufft*. Dichas mediciones se realizaron en el Laboratorio de Análisis químicos de SRA-IMM. Se abrió un envase y se extrajo una alícuota de 50 gramos.

7.5.1.2 pH y cloruros. Se determinaron cloruros y se midió el pH antes del envasado, en el laboratorio del IIP. La determinación del porcentaje cloruros de en el producto, fue posible mediante titulación argéntica (método de Mohr). Se extrajeron 10 gramos para la titulación por duplicado.

El pH se midió instrumentalmente. Para esto fueron necesarios 10 gramos de producto.

7.5.1.3 Humedad. Se midió la humedad relativa del producto, en el laboratorio del IIP. Se extrajo una muestra de 5 gramos luego de la centrifugación o prensado (proceso 4). El análisis consistió en la introducción de la muestra en la balanza "Kett 620" y posterior lectura.

7.5.2 Análisis microbiológicos

Se analizó Aerobios mesófilos totales, *Clostridium* sulfitorreductores, *Coliformes* y *E. coli* y *St. aureus*, en el producto final. Dichos análisis se realizaron en el Laboratorio de Microbiología del SRA- IMM. Los días de siembra para cada lote fueron 2, en el transcurso de 90 días de almacenamiento, y se detallan en el cuadro 11. Se tomaron tres envases de cada lote, de los que se hizo un *pool* de 10 gramos para la siembra. En el quinto lote, se analizó además *L. monocytogenes* a los 35 y 75 días, formando un *pool* de 25 gramos a partir de tres envases.

Cuadro 11. Días de almacenamiento del producto en que se realizaron los análisis microbiológicos

Organismo	Días de siembra.				
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
<i>St. aureus</i>					
<i>Clostridium</i> *					
C** y <i>E. coli</i>	51 y 77	37 y 63	9 y 35	25 y 80	35 y 75
A. M. T***					
<i>L. m</i> ****	-----	-----	-----	-----	35 y 75

* Sulfito reductores; **Coliformes totales *** Aerobios Mesófilos Totales;

*****Listeria monocytogenes*.

Cuadro 12. Diluciones, tiempos y temperaturas empleadas para el cultivo bacteriano

Organismo	Dilución	t^a (°C)	t (hs.)	Muestra (grs.)
<i>St. aureus</i>	1/100	35	48	10
<i>Clostridium</i>	1/10, 1/100, 1/1000, 1/10000.	35	48	10
Coliformes y <i>E. coli.</i>	1/10, 1/1000	35	24.	10
A.M.T	1/100, 1/1000	35	48	10
<i>L. m.</i>	1/4 *	30	24	
	1/10 **	35	24	25
	1/10 ***	35	24	

* Pre-enriquecimiento en caldo Fraser.

** Repique a caldo Fraser tubo.

***Siembra en placa estriada en medio Oxford.

7.5.3 Composición

Se remitió una muestra del lote nº 4 al Departamento de Nutrición Animal de la Facultad de Veterinaria- UDELAR, para analizar su composición. Los componentes analizados fueron porcentajes de: materia seca, cenizas, extracto etéreo y proteína bruta.

8. RESULTADOS

8.1 RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO

8.1.1 Duración de procesos

El tiempo de duración promedio entre los 5 procesos fue de 3h, 15 minutos.

8.1.2 Registros de humedad inicial

La humedad de la pulpa sin procesar fue similar en los cinco lotes (cuadro 13).

Cuadro 13. Registro de humedad de pulpa sin procesar

Humedad (%)	Ensayo				
	1(C)	2(P)	3(C)	4(P)	5(P)
	80.8	81.3	81.2	80.4	82.1

Referencias (C): Corvina; (P): Pescadilla.

8.1.3 Registros de peso

El registro de peso en las distintas etapas de procesamiento se muestra en el cuadro 14.

Cuadro 14. Registros de peso de los cinco ensayos

Presentación	Peso (Kg.)				
	1 (C)	2 (P)	3 (C)	4 (P)	5 (P)
Entero	10.668	10.184	11.800	8.000	10.00
Corte	6.184	7.000	6.580	5.120	6.720
Pulpa	4.154	4.500	4.290	3.104	4.170
Producto final	2.098	2.840	2.210	1.500	3.300

Referencias: (C): Corvina; (P): Pescadilla.

8.1.4 Cálculo de rendimientos

Se calcularon rendimientos desde entero al corte, a la pulpa, a producto final en base seca y a producto final en base húmeda para los cinco ensayos. Se calcularon los promedios generales de rendimiento al corte, a pulpa, a producto final en base seca y a producto final en base húmeda (cuadro 15).

Los intervalos de confianza fueron calculados mediante distribución de *student*.

Cuadro 15. Cálculo de Rendimientos para los cinco procesos

Presentación	Rendimiento (%)					\bar{x}	r	s
	1 (C)	2 (P)	3 (C)	4 (P)	5 (P)			
Entero	100	100	100	100	100	100	---	---
Corte	58.0	68.7	55.8	64.0	67.2	63	12.9	6
Pulpa	38.9	44.2	36.4	38.8	41.7	40	7.8	3
Prod. B.h.*	19.7	27.8	18.7	18.8	33.0	24	14.3	7
Prod. B.s.**	10.2	17.3	9.75	9.75	15.6	13	7.1	4

*Rendimiento del producto en base húmeda.

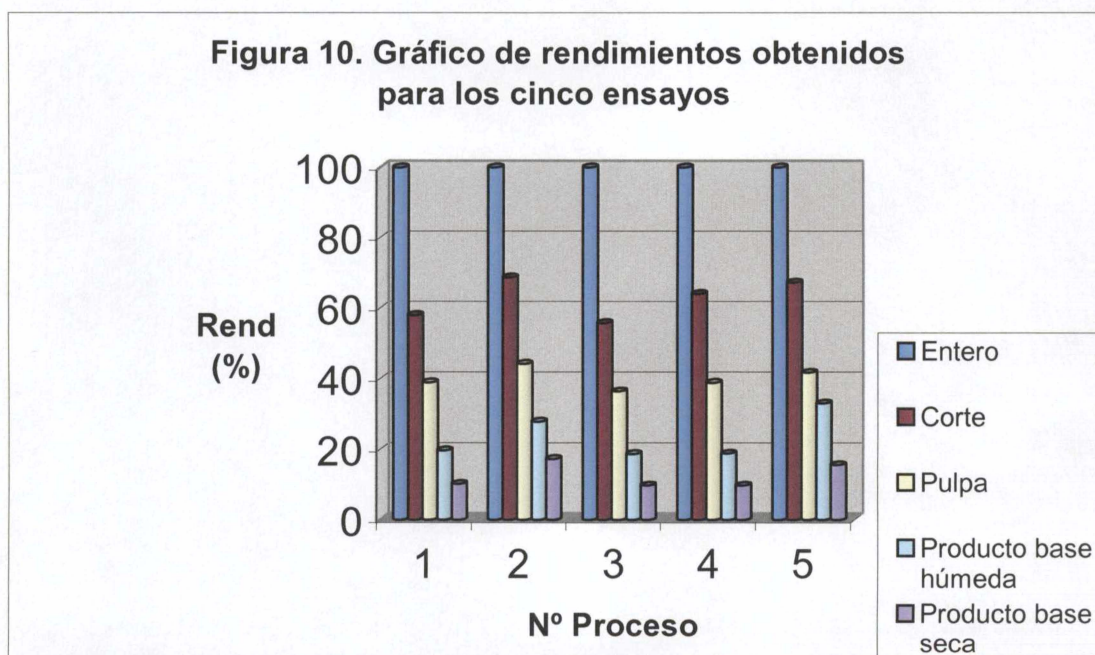
**Rendimiento del producto en base seca.

r: rango; s: desvío.

El cálculo de rendimiento en base seca, se hizo de acuerdo a los datos de humedad (cuadro 20, cuarta fila) y peso (cuadro 14, cuarta fila) del producto final.

La mayor dispersión de rendimiento entre lotes, fue encontrada para el producto final en base húmeda, con un rango de 14.3% y un desvío de 7%. La media fue de $24 \pm 8.7\%$, para un nivel de confianza del 95%.

La menor dispersión se evidenció para el cálculo de rendimiento a pulpa, con un rango de 7.8% y un desvío de 3%. La media fue de $40 \pm 3.7\%$, para un nivel de confianza del 95%. Estos hechos pueden visualizarse en la figura 10.



Referencias: 1 (C), 2 (P), 3 (C), 4 (P), 5 (P).

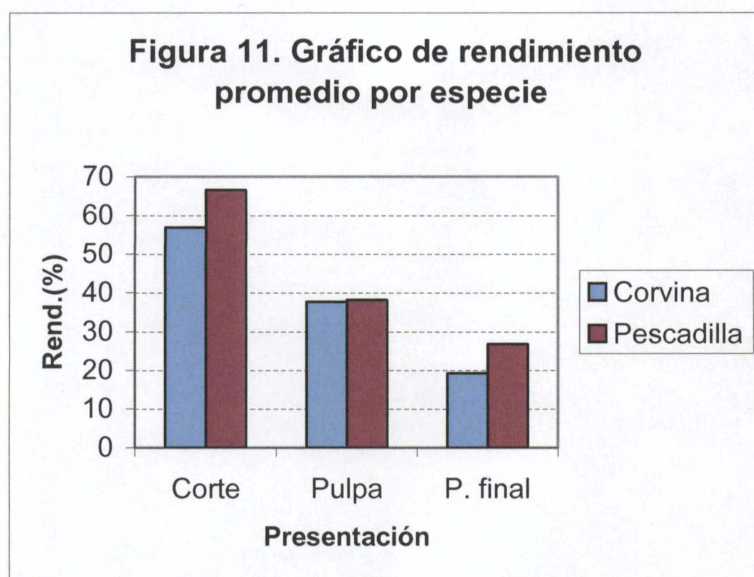
Con respecto al rendimiento a producto final en base húmeda, se alcanzó el mayor rendimiento con el ensayo 5P. El menor rendimiento se obtuvo con el ensayo 3C.

Referido al rendimiento a producto final en base seca, el mayor rendimiento se obtuvo con el proceso 2P, y el menor para los procesos 3C y 4P.

Para evaluar el desempeño obtenido con las dos especies por separado, se calcularon los rendimientos promedio por especie para corte, pulpa y producto final (cuadro 16).

Cuadro 16. Cálculo de rendimiento promedio por especie

Presentación	Rendimiento (%)	
	Corvina	Pescadilla
Corte	56.9	66.6
Pulpa	37.7	38.2
P. final	19.2	26.8



8.1.5 Recomposición y ensayo sensorial

Cuadro 17. Peso y porcentaje de cloruros del producto recompuesto

Características	MÉTODO DE RECOMPOSICIÓN	
	Inmersión	Agua corriente
Peso inicial (grs.)	200	200
Peso recompuesto (grs.)	186	78
[NaCl] (%)	8	4

Para el mismo producto, por el método de inmersión se obtuvo mayor peso y porcentaje de cloruros que por el método de agua corriente.

Cuadro 18. Prueba sensorial de P5P-INM

Características	Frecuencia del descriptor
Apariencia	4 buena, 1 regular
Color	6 beige
Brillo	6 opaco
Uniformidad de partículas	4 intermedia, 2 muy uniforme
Aroma	3 a pescado, 1 ácido, 1 rancio, 1 neutro.
Textura	2 agregada, 4 disgregada.
Elasticidad	2 elástica, 4 firme.
Cuerpos extraños	6 ausencia.
Sabor	4 a pescado salado, 1 ácido, 1 salado-ácido
Observación general	6 muy salado, requiere más desalado

Producto recompuesto por inmersión.
Nº de evaluadores: 6.

Cuadro 19. Prueba sensorial de P5P- AC

Características	Frecuencia del descriptor
Apariencia	6 buena
Color	6 beige a gris
Brillo	6 opaco
Uniformidad de partículas	1 poco uniforme, 3 intermedia, 2 muy uniforme.
Aroma	2 neutro, 3 a pescado, 1 rancio
Textura	2 agregada, 4 Disgregada
Elasticidad	6 firme
Cuerpos extraños	5 ausencia, 1 espina
Sabor	5 a pescado salado, 1 neutro
Observación general	1 "muy rico" 1 "Rico con sal y humedad adecuada" 1 "puede consumirse así" 2 sabor salado 1 textura blanda

Producto recompuesto por agua corriente.
Nº de evaluadores: 6.



8.2 RESULTADOS DE ANÁLISIS

8.2.1 Análisis fisicoquímicos

Cuadro 20. Caracteres fisicoquímicos del producto obtenido

	Lote.					Cálculos.		
	1C	2P	3C	4P	5P	\bar{x}	r	s
pH	4.88	4.72	4.80	4.86	4.71	4.8	0.17	0.08
Aw	0.84	0.82	0.84	0.80	0.77	0.81	0.07	0.03
[NaCl] (%)	24.6	22.6	22.4	23.1	25.1	23.6	2.7	1.2
Humedad	47.6	37.7	47.7	48.0	52.7	46.7	15	5.5

\bar{x} : media; r: rango; s: desvío.

Los valores de pH obtenidos presentaron la menor dispersión entre los cinco productos, con un coeficiente de variación de 1,6%. La media para pH fue de 4.8 ± 0.1 unidades, para un nivel de confianza del 95%.

El parámetro que presentó la mayor dispersión entre lotes fue la humedad, con un coeficiente de variación de 11.7%. La media para humedad fue de $46.7 \pm 6.8\%$, para un nivel de confianza de 95%.

El Aw presentó una media de 0.81 ± 0.04 unidades, para un nivel de confianza de 95%.

La concentración de cloruros tuvo una media de $23.6 \pm 1.5\%$, para un nivel de confianza del 95%.

Los intervalos de confianza fueron calculados mediante distribución de *student*.

8.2.2 Recuentos microbiológicos

Cuadro 21. Recuentos microbiológicos

Organismo	Recuento (Ufc/gr).									
	Lote 1		Lote 2		Lote 3		Lote 4		Lote 5	
<i>St. aureus</i>	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
<i>Clostridium</i>*	10	300	20	200	<10	100	<10	200	<10	<10
C** y <i>E. coli</i>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
A. M. T***	170	1000	<100	<100	150	<100	<100	<100	<100	<100
L. m****	---	---	---	---	---	---	---	---	ND	ND
	51	77	37	63	9	35	25	80	35	75
	Días de siembra.									

* Sulfito reductores; **Coliformes totales; *** Aerobios Mesófilos Totales;

*****Listeria monocytogenes* (presencia en 25 grs.); ND: no detectado.

8.2.3 Composición

El resultado arrojado por el análisis de composición para el producto sin rehidratar, se describe en el cuadro 22. Estos valores correspondieron a pulpa de pescadilla salada (lote 4). Para comparar los datos, se adjuntaron las composiciones de otros productos pesqueros

Cuadro 22. Composición del producto obtenido y otros productos pesqueros

COMPONENTE (%)	Porcentaje (%)		
	Producto obtenido	Pulpa de bacalao salada**	Filete (%)***
Humedad	45	48	77.7
Cenizas	30	27	1.5
Extracto Etéreo	2.75	0.6	2.8
Proteína Bruta	20.3	25	17.8

*** Corresponde al valor en filetes de pescadilla según Tor y Herrera (2002).

**Extraído de Koburger (ver referencias).

La comparación de los valores obtenidos con los valores en filete citados en el cuadro permitieron estimar los principales cambios composicionales sufridos por la materia prima tras el procesamiento. De esta comparación, se destacó un marcado aumento relativo de las cenizas, de materia prima (valor en filete tomado como ejemplo) a producto obtenido. El valor de las cenizas aumentó 20 veces con respecto al valor en filete. Se entendió que las cenizas aumentaron debido a la presencia de sal en el producto. Los valores de humedad y cenizas en el producto obtenido, fueron similares a los de pulpa de bacalao salada.

9. DISCUSIÓN

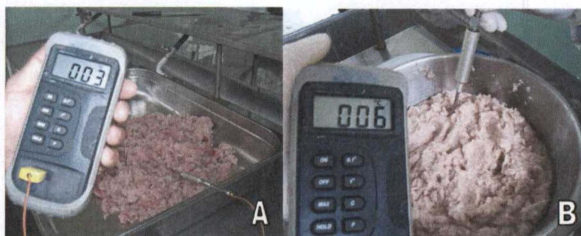
9.1 RESPECTO AL PROCESAMIENTO

9.1.1 Duración de los procesos

Se destacó que se requeriría optimizar los tiempos totales de proceso, ya que se estimó que se podía emplear un menor tiempo para el volumen que se manejó. La demora se encontró relacionada a que el personal apostado en cada una de las etapas del proceso, debía finalizar una etapa, reubicándose en la etapa siguiente.

Los tiempos previos a la mezcla debieron reducirse al mínimo posible, dado que a mayor tiempo, temperatura y superficie de contacto, se favorece la multiplicación bacteriana. Se recomendó que de pulpa a mezcla no pasaran más de 20 minutos y que la temperatura de la pulpa se mantuviera durante todo el proceso, lo más cerca posible a 0° C. Por esto, antes del ingreso a la mezcla, se procuró mantener baja la temperatura de la pulpa por medio del enfriado indirecto con hielo, monitoreando la temperatura (figura 12).

Figura 12. monitoreo de temperatura de la pulpa



A: Pulpa previo a la mezcla.

B: Pulpa posterior a la mezcla.

Nótese el ligero aumento de temperatura una vez cumplida la mezcla.

Nótese además el rotundo cambio de color de la pulpa tras la mezcla.

9.1.2 Humedad

Los valores de humedad en pulpa sin salar, se aproximaron a los datos de humedad citados en la revisión (Ver página 24).

La humedad en producto final, presentó una importante variación entre procesos. Esto se asignó a desajustes en el uso de la centrifuga, pues los volúmenes utilizados fueron insuficientes para el funcionamiento óptimo de la misma. La humedad del producto obtenido por prensado no difirió de aquellos en que se centrifugó.

9.1.3 Rendimientos

Debido a que los pesos iniciales fueron distintos, fue necesario comparar los datos mediante el cálculo de rendimientos.

Se calcularon los rendimientos en base húmeda y en base seca, sobre un 100% correspondiente al peso entero (Cuadro 15). Para el rendimiento en base seca, se

calculó la materia seca obtenida, según los datos de humedad y peso del producto final.

Para valorar los rendimientos, se compararon con los rendimientos del ITP, tomándose en cuenta las recomendaciones teóricas para las diferentes presentaciones (cuadro 23).

Cuadro 23. Valoración de rendimientos obtenidos

Presentación	Rendimiento promedio obtenido (%)	Rendimiento promedio del ITP (%)*	Rendimiento Recomendado (%)**
Corte espalmado	63	---	70
Corte H&G	---	58	55
Pulpa	40	42	50
Producto final	24	30	---

*Extraídos de Maza (1994).

**Extraídos de Bertullo (2001).

El rendimiento promedio obtenido por el ITP al corte, fue mayor al valor recomendado; se empleó corte H&G, para caballa, jurel y sardina. Este corte, en teoría, suele ser menos rendidor que el espalmado.

El rendimiento al espalmado obtenido en este trabajo, no alcanzó al valor recomendado.

El rendimiento promedio de pulpa fue inferior al valor recomendado. También se obtuvo un valor ligeramente menor al del ITP.

En valores de rendimiento a producto final, no se han encontrado recomendaciones. El rendimiento promedio obtenido fue inferior al del ITP.

Debe destacarse que en este trabajo, el rendimiento a producto final fue aquel que presentó el mayor rango de variación entre los cinco ensayos. Esto se explica por la variación de humedad encontrada entre los cinco ensayos. El valor de humedad relativa en el producto final, influyó significativamente sobre el peso y rendimiento del producto (ver cuadro 20, humedad).

9.1.3.1 Rendimientos y conveniencia

Si bien el proceso 5P presentó el mayor valor de rendimiento en base húmeda, el producto más conveniente fue el 2 P, producto con mayor rendimiento en base seca.

Si se estudia la relación entre porcentaje de rendimiento / porcentaje de humedad de cada producto, se puede constatar el hecho que el producto 2P ha sido el más conveniente, por tener el mayor valor (cuadro 24)

Cuadro 24. Relación rendimiento/humedad de los 5 productos obtenidos

	1C	2P	3C	4P	5P
Relación R/H	0.41	0.74	0.39	0.39	0.63

9.1.4 Especies utilizadas

Un factor que influyó en el rendimiento fue la especie. Se obtuvo un mayor rendimiento promedio por especie con pescadilla, tanto al corte, como a pulpa y a producto final.

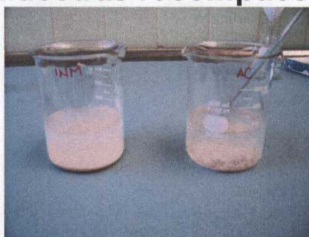
9.1.5 Recomposición

En el método de recomposición por agua corriente, se perdieron sólidos y sal; la corriente continua de agua los arrastró. Se obtuvo por esto un producto de menor peso.

Por el método de inmersión, los sólidos y la sal no fueron despedidos por arrastre, sino que quedaron en el agua de inmersión al levantar el tamiz.

Al momento de la preparación de las muestras para la determinación de cloruros, se encontró una mayor turbidez en el agua que contenía al producto recompuesto por inmersión:

Figura 13. Muestras recompuestas a titular



Izquierda: producto recompuesto por inmersión.
Derecha: producto recompuesto por agua corriente.

Luego de la titulación, se corroboró que el producto que presentó mayor turbidez, tuvo la mayor concentración de cloruros

9.1.6 Ensayo sensorial

Respecto a la apariencia general del producto, fue entre regular y buena para los dos métodos de recomposición. La diferencia de color entre los dos productos fue unánime. El aroma más frecuente fue "a pescado" en un 50% del panel para las dos muestras.

En la observación general, el producto recompuesto por agua corriente fue el que resultó tener mayor aceptación por parte del panel. La concentración de cloruros en este producto correspondió a 4 %.

Se comprobó que el producto recompuesto por inmersión perdió menos sal, resultando con un valor a la titulación de 8% de cloruros. Este producto resultó ser muy salado para todos los integrantes del panel. Incluso se encontraron sabores y aromas ácidos que correspondieron al ácido cítrico.

9.2 RESPECTO A LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

9.2.1 Bacteriología

Los valores para *St. aureus* fueron menores de 100 ufc/gr. para las 5 muestras, sin detección de colonias. El valor recomendado por ICMSF (2005) para pescado fresco es $M = 2 \times 10^3$ ufc/gr. (n=5). Con los recuentos obtenidos, se deduce que el número de ufc/gr se encuentra dentro de lo recomendado para un producto aceptable.

El recuento para coliformes y *E. coli* fue menor a 10 ufc/gr. para las 5 muestras, sin detección de colonias específicas. El valor recomendado por ICMSF (2005) para pescado fresco es $M = 5 \times 10^2$ y 11 ufc/gr para coliformes y *E. coli* respectivamente (n=5). El producto se encuentra dentro de los límites recomendados para un producto aceptable.

El mayor recuento de aerobios mesófilos totales se presentó en el lote 1. Al día 51 fue de 170 ufc/gr, y al día 77 el recuento fue de 1000 ufc/gr. El valor recomendado por ICMSF (2005) para pescado fresco es $M = 1:000.000$ ufc/gr. (n=5).

La norma del Reglamento Bromatológico Nacional (2001) para pescado fresco es 1:000.000 ufc/gr. Los productos obtenidos se encuentran dentro del límite reglamentario y del límite recomendado por ICMSF.

Para *Clostridium* se encontró crecimiento en 4 de las muestras; el mayor recuento fue 20 ufc/gr. para el lote 2, a los 37 días de almacenamiento. El número de ufc/gr. aumentó para la segunda siembra en los cuatro casos, siendo el mayor recuento encontrado, de 300 ufc/gr. para el lote1.

Según Chong (2008), valores menores a 10.000 ufc/gr. en alimentos listos para el consumo, no causarían enfermedad. Por esto se deduce que los productos obtenidos se encuentran dentro de los límites de aceptabilidad.

El producto del ensayo n° 5, presentó no detección en 25 gr. para *L. monocytogenes* en dos análisis, a los 35 y 75 días de almacenamiento.

Mediante los resultados obtenidos, se puede afirmar que el producto es microbiológicamente aceptable. Según FAO (1997), la eficacia del ensayo microbiológico para evaluar la inocuidad de los alimentos es limitada. Para evaluarla entonces, se deben tener en cuenta además las características fisicoquímicas del alimento, que se discuten a continuación.

9.3 EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD E INOCUIDAD

Para discutir y evaluar la estabilidad e inocuidad del producto obtenido, es oportuno tomar de la revisión bibliográfica, los parámetros recomendables y comprobados que proporcionan estabilidad e inocuidad a los alimentos. Contrastando los valores obtenidos con los valores de ITP, se suman los resultados de los análisis microbiológicos.

Cuadro 25. Comparación con parámetros para el estudio de estabilidad e inocuidad

Carácter	Parámetros del ITP	Parámetros recomendados	Valores obtenidos
pH	s/d	<5**	4.8 ± 0.1
Aw	0.75	0.75*	0.81 ± 0.04
[NaCl] (%)	24.5	15*	23.6 ± 1.5
Humedad	40-45	10-50***	46.7 ± 6.8

Promedios con límites calculados con un nivel de confianza del 95%.

s/d: sin datos.

* Recomendaciones para anchoas secas saladas de FAO/OMS (2003).

** Valor límite para *Cl. Botulinum* tipo E, según Huss (1997).

***Rango para alimentos de humedad intermedia según Gómez *et al.* (1991).

En relación a los parámetros del ITP, el producto obtenido presentó importantes aproximaciones.

9.3.1 pH

En cuanto al pH, no se han encontrado datos del valor del producto del ITP.

El valor de pH promedio fue de 4.8 ± 0.1, por lo que el valor máximo que se esperaría de pH sería 4.9. Este valor cumple con la recomendación de Huss (1997), del límite de pH 5, como límite para *Cl. botulinum* tipo E.

9.3.2 Aw

El Aw presentó un desvío de 0.04 unidades, el valor mínimo a esperar sería 0.77: muy cercano al del ITP y a la recomendación FAO. El promedio de Aw alcanzado, resultó superior al de ITP, y al valor recomendado por FAO para anchoas secas saladas; sin embargo, se encuentra dentro de los límites de Aw establecidos por autores ya citados, como Board (1988), que propone un valor de Aw 0.8 para lograr estabilidad microbiológica, y Gómez *et al.* (1991), que propone límites de Aw entre 0.60 y 0.90 para los alimentos estables o de humedad intermedia.

El Aw mínimo requerido para *Cl. botulinum* según Board (1988), es de 0.95; se afirma entonces que con el valor obtenido de Aw (0.81), se inhibe su crecimiento.

9.3.3 Humedad

La característica más alejada del valor de ITP fue la humedad. Según Gómez *et al.* (1991), los productos de humedad intermedia tienen un valor de humedad comprendido entre 10 y 50%. El producto obtenido está dentro de estos límites, con un promedio de 46.7%.

9.3.4 NaCl

La concentración de sal en el producto fue aproximado al valor del ITP. Según Huss (1997), con una concentración de sal de 15%, se inhibe el crecimiento de *Cl. botulinum*, *E. coli* y *St. aureus*. El producto obtenido supera el nivel de sal mencionado, lo que garantiza la protección contra estas tres especies.

10. CONCLUSIONES

- De acuerdo al objetivo general del trabajo, se logró implementar la tecnología de obstáculos propuesta, usando como materia prima corvina y pescadilla.
- Se logró una adecuación y una aproximación de la técnica de referencia, para su uso en especies magras, en las instalaciones del Instituto de Investigaciones Pesqueras de la Facultad de Veterinaria- UDELAR.
- No se encontraron bacterias patógenas en el producto obtenido, ni recuentos excedidos a las recomendaciones.
- En cuanto al estudio de los datos bacteriológicos y fisicoquímicos obtenidos, y a la comparación de éstos con datos citados en la revisión, es posible afirmar que se obtuvo un producto alimenticio estable al ambiente durante 90 días de estudio, de bajo riesgo para el consumidor, estando de acuerdo con los datos de vida útil citados en la revisión.
- La técnica del ITP, ha sido reproducible y ejecutable con especies magras. Se reafirma la hipótesis n° 1.
- La centrifugación puede sustituir adecuadamente al prensado como método de extracción de agua, siendo un medio aceptable. Se corrobora la hipótesis n° 2.
- De acuerdo a los resultados fisicoquímicos, se afirma una gran semejanza con el patrón, más allá de las modificaciones en el método y el empleo de distintas especies. Se lograron productos con características fisicoquímicas cercanas al producto de referencia. Se corrobora la hipótesis n° 3.
- Las características fisicoquímicas del producto permiten una larga vida útil a Temperatura ambiente e inocuidad. Se afirma la hipótesis n° 4.
- En cuanto a las especies utilizadas, el uso de pescadilla en la tecnología empleada generó mayores rendimientos al corte, a pulpa y a producto final.

11. RECOMENDACIONES

Se requeriría optimizar la tecnología del proceso, especialmente en lo que refiere a extracción de humedad del producto.

Realizar estudios de factibilidad económica y de aceptación del producto por parte de los consumidores uruguayos.

Realizar estudios de calidad del producto para identificar atributos y defectos para su categorización.

En cuanto a factibilidad, se podrían destinar para esta tecnología las tallas no comerciales.

Estudios de rancidez.

Estudios de *Halobacterium* y su capacidad histaminogénica, son temas a no desatender en los productos salados.

El pescado desmenuzado puede integrarse a otros productos alimenticios, dándole esta característica una gran versatilidad. Esto puede generar la desventaja de no conocer la especie de procedencia para la inspección oficial; o si ésta proviene de más de una especie, pudiendo llevar a fraudes en este sentido. Mediante el seguimiento de la materia prima por trazabilidad y técnicas moleculares se pueden atender estos problemas. Podrían verse implicados además ejemplares juveniles o capturas accidentales, incrementando su depredación.

El producto puede ser consumido sin cocción y a la brevedad tras la recomposición. Al recomponerse con agua, pierde una cantidad importante de sal, y con ésta se pierde la protección contra el deterioro, requiriendo refrigeración como cualquier producto fresco.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Akande, G. R. (1989). Production of salted cakes from the flesh of stunted *Tilapia spp.* and silage from their offal. NIOMR technical paper nº 50, 15 p.
2. Ayala, M, E. (2001). Tecnología de obstáculos: aplicación en productos pesqueros. Infopesca Internacional 9: 20-26.
3. Bertullo, V. H. (1975). Tecnología de los Productos y Subproductos de la Pesca. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 143 p.
4. Bertullo, E. (1987). La industria del desmenuzado del pescado y productos derivados en América Latina. Montevideo, [s.n], 143 p.
5. Bertullo, E. (2001). Guía de trabajos prácticos: Tecnología de los productos de la pesca. Edición electrónica.
Disponible en:
www.pes.fvet.edu.uy/publica.htm
Fecha de consulta: 15 de abril de 2005.-
6. Board, R. G. (1988). Introducción a la microbiología moderna de los alimentos. Zaragoza, Acribia, 271 p.
7. Booman, A. C.; Marquez, A.; Parin, M. A.; Zugarramundi, A. (2007). Hamburguesas de carpa cuando la tecnología se hace a pequeña escala. Infopesca Internacional 31: 27-31.
8. Borgstrom, G. (1965). Fish as food vol. 1. New York, Academic Press, 489 p.
9. Carvajal, G. (2000). Peligros reales de *Listeria* en productos pesqueros. Infopesca Internacional 4: 34-38.
10. Chong (2008). The troublemarker in Gravies *Clostridium perfringens* and Food Poisoning.
Disponible en:
www.cfs.gov.hk/english/multimedia/multimedia_pub/multimedia_pub_fsf_21_01.htm
Fecha de consulta: 30 de marzo de 2009.-
11. Cornejo, C. (1975). Estudio preliminar sobre preservación de pulpa de pescado mediante un proceso de salazón rápida. Tesis Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, 84 p.
12. Dragonetti, J. P. (2008). Guía ilustrada para la evaluación de la frescura. Montevideo, Departamento de Enseñanza Veterinaria- Facultad de Veterinaria-Universidad de la República- Uruguay, 119 p.

13. FAO/OMS (1997). Principios para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos a los alimentos. CAC/GL 21. Roma, 5 p.
Disponible en:
http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=es
Fecha de consulta: 10 de enero de 2008.-
14. FAO/OMS. (1999). *Codex Alimentarius*. Directrices del *Codex* para la Evaluación sensorial de Pescados y Mariscos en Laboratorio. CAC/GL 31. Roma, 24p.
Disponible en:
www.codexalimentarius.net/download/standards/359/CXG_031s.pdf
Fecha de consulta: 10 enero de 2008.-
15. FAO/OMS (2003^a). *Codex Alimentarius*. Norma del *Codex* para las anchoas hervidas secas saladas. CODEX STAN 236-2003. Roma, 5p.
16. FAO/OMS (2003^b). *Codex Alimentarius*. Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros. CAC/RCP 52. Roma, 128 p.
Disponible en:
www.codexalimentarius.net/download/standards/10273/CXP_052s.pdf
Fecha de consulta: 10 enero de 2008.-
17. FAO/OMS. (2007) *Codex Alimentarius*: Norma general del *Codex* para los aditivos alimentarios. CODEX STAN 192-2007. Roma, 220 p.
Disponible en:
www.codexalimentarius.net/web/standards/360/CXS_192s.pdf
Fecha de consulta: 10 de enero de 2008.-
18. Frazier, W. C.; Westhoff, D. C. (1985). Microbiología de los alimentos. 3^a ed. Zaragoza, Acribia, 522 p.
19. Gómez, R.; Carmona, M. A.; Fernández, J. (1991). Estudio de los alimentos de humedad Intermedia españoles. I. Actividad del agua y pH.
Disponible en:
<http://www.insacan.org/racvao/anales/1992/articulos/04-1993-09.pdf>
Fecha de consulta: 5 de marzo de 2009.-
20. Hall, G. M. (2001). Tecnología del procesado del pescado. Zaragoza, Acribia, 305 p.
21. Huss, H. H. (1997). Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. FAO. Documento técnico de pesca N° 334. Roma, FAO, 174 p.
22. Huss, H. H. (Ed.) (1998). El Pescado Fresco: su calidad y cambios de calidad. FAO. Documento Técnico de Pesca N° 348. Roma, FAO, 202 p.
23. ICMSF (1998). Microorganismos de los alimentos 6. Ecología microbiana de los productos alimenticios. Zaragoza, Acribia, 593 p.

24. ICMSF (2005). Microorganisms in foods: microbiological ecology of food commodities. 2a. ed, Toronto, Chapman y Hall, 763 p.
25. Koburger, J, A. "Salt minced cod: Microbian considerations".
Disponible en:
http://sst.ifas.ufl.edu/AnnPdf/Vol_556.pdf
Fecha de consulta: 14 de noviembre 2008.-
26. Maza, S. (1994). La pesquerita: pulpa de pescado salada. Boletín del Instituto Tecnológico Pesquero de Perú 4:191-196.
27. MERCOSUR/ GMC/ RES. N° 11/06. "Lista general Armonizada de aditivos Alimentarios y sus clases funcionales".
Disponible en:
www.puntofocal.gov.ar/mercosur_sgt_alimentos.htm
Fecha de consulta: 14 de enero de 2008.
28. Mossel, D. A. A.; Moreno García, B. (1985). Microbiología de los Alimentos: fundamentos ecológicos para garantizar y comprobar la inocuidad y la calidad de los alimentos. Zaragoza, Acribia, 375 p.
29. Neave, V. H. (1986). Introducción a la Tecnología de los Productos pesqueros. México, CECOSA, 470 p.
30. Nelson, D. L., Cox, M. M., Cuchillo, C. M. (2006). Lehninger: Principios de bioquímica 4ª ed. Barcelona, Ediciones Omega, 1119 p.
31. Olaechea, L. F. (2005). Un nuevo concentrado proteico a partir de la pota peruana. Infopesca Internacional 21: 23-25.
32. Perez, R. (2003). Etiquetado obligatorio de los alimentos. Infopesca Internacional 16: 29-32.
33. Pigott, G. M.; Tucker, B. W. (1990). Seafood: effects of technology on nutrition. New York, Dekker, 362 p.
34. Quijada, J.; Lima Dos Santos, C.; Andalov, N. (2005). Enfermedades parasitarias por consumo de pescado. Incidencia en América Latina. Infopesca Internacional 24: 16- 24.
35. Rey, M.; Lorenzo, M. L.; Páez, E. (2000). Cálculo Indirecto del Descarte Costero. Instituto Nacional de Pesca. Informe Técnico N° 48. Montevideo, 16 p.
36. Rey, M., Arena, G. (2003). Modelos de producción excedente aplicados a los Recursos Corvina y Pescadilla. Montevideo, Proyecto URU/92/003 INAPE. PNUD, 105 p.

37. Rey, A. M.; Silvestre, A. A. (2002). Comer sin riesgos 2. Las enfermedades transmitidas por los alimentos. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 220 p.
38. Rodríguez R. J. C.; Cabello, A. M.; Figuera, B.; Ramos, M.; Ballenilla, O. (2001). Caracterización y aprovechamiento de la pulpa del caribe colorado (*Pigocentrus cariba* Humboldt 1821) para la elaboración de productos alimenticios. *Interciencia* 26:161-165.
39. Siegfried, G.; Müller A.; Ardoíno M. (sin año). Procesamiento de carne y embutidos: elaboración- estandarización- control de calidad; un manual práctico de experiencias.
Disponible en:
www.science.oas.org/oea_gtz/libros/embutidos/cap28.htm
Fecha de consulta: 30 de marzo de 2009.-
40. Sikorski, Z. E. (1994). Tecnología de los productos del mar: recursos, composición y conservación. Zaragoza, Acribia, 330 p.
41. Stanchi, N. O. [et al.] (2007). Microbiología Veterinaria. Buenos Aires, Intermédica, 572 p.
42. Tor, E., Herrera, M. (2002). Tabla de composición de Alimentos de Uruguay. Montevideo, MTSS-INDA- UDELAR- Facultad de Química, 40 p.
43. Uruguay (2001). Reglamento Bromatológico Nacional. Decreto N° 315/994. Montevideo, IMPO, 144 p.
44. Wiefels, R. (2003). El consumo de pescado y las estrategias de comercialización. *Infopesca Internacional* 16: 11-18.
45. Yeannes, M. I. (2002). La evaluación sensorial y los productos pesqueros. *Infopesca Internacional* 12: 32-41.
46. Yeannes, M. I. (2006). Aspectos Científicos y Tecnológicos de Preservas de Productos Pesqueros.
Disponible en:
www.uca.edu.ar/esp/sec-fagrarias/esp/page.php?subsec=campos&page=gandinvesreali
Fecha de consulta: 3 de Marzo de 2009.
47. Yeannes, M. I. (2007). Bacterias Halófilas extremas deteriorantes en Anchoita salada.
Disponible en:
www.uca.edu.ar/esp/sec-fagrarias/esp/docs-revista/volumenes/pdf/bacterias-halofilas.pdf -
Fecha de consulta: 3 de marzo de 2009.-

ANEXO I. Planilla de registro de datos

RECEPCIÓN		
Fecha:	Hora:	Nº de proceso:
Lote N°:	Especie:	Corte:
Peso lote:	Inicio del proceso:	
Observaciones:		

DESPULPADO		
Peso pulpa:	Rendimiento:	%Hum.:
Duración (t):		
Observaciones:		

MEZCLADO		
Sal (grs.):	Ácido cítrico (grs.):	Duración (t):
Observaciones:		

CENTRIFUGADO/ Prensado		
Duración (t):	Peso centrif.:	Rendimiento:
%Hum.:	%NaCl:	
Observaciones:		

ENVASADO		
Tipo de envase:	Capacidad (grs.):	Cantidad envases:
Duración (t):	Peso lote:	
Observaciones:		

ALMACENAMIENTO		
Lugar:	tª (°C):	Tiempo:
Fecha de almacenamiento:		
Fecha control:		

**ANEXO II. planilla de evaluación sensorial
para “P5P-INM” y “P5P- AC”**

Apariencia	Buena		Regular		Mala
Color	Blanco	Beige	Gris	Marrón	
Brillo	Brillante			Opaco	
Uniformidad de partículas	Poco uniformes	Intermedia		Muy uniforme	
Aroma	A Mar	Neutro	A Pescado	Ácido	Rancio
Textura	Agregada	Disgregada	Untuosa	Seca	
Elasticidad	Elástica	Pegajosa	Firme	Gel	
Cuerpos extraños	Escamas	Espinas	Cristales	Otros	Sin c/ext
Sabor	A pescado salado	Neutro	Ácido	Amargo	Otro
Observación general					